

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究領域「地球規模の環境課題の解決に資する研究」

研究課題名「サンゴ礁島嶼系における気候変動による危機とその対策」

採択年度：平成 24 年度/研究期間：5 年/相手国名：パラオ共和国

終 了 報 告 書

国際共同研究期間^{*1}

平成 25 年 4 月 1 日から平成 30 年 3 月 31 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 24 年 6 月 1 日から平成 30 年 3 月 31 日まで

（正式契約移行日 平成 25 年 4 月 1 日）

*1 R/D に基づいた協力期間（JICA ナレッジサイト等参照）

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JST との正式契約に定めた該年度末

研究代表者：中村 崇
琉球大学理学部・准教授

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1)研究の主なスケジュール(実績)

	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度
1 サンゴ礁島嶼域生態系・海洋環境に関する継続的なモニタリングに必要な科学的データの整理	生物種の調査による多様性評価	生物種リストの基本データ管理システム開発		基礎生物データベース（生物種リスト）・遺伝子データベース開発・相手国への移転		
	水質環境の調査					
	環境ストレス実験装置の設置					
		実験装置の運用				
		装置運用継承			現地人材による運用	
	サンゴ群集調査（方形区・測線）			陸域影響の評価（TF）		
		サンゴ群集モニタリング・プロトコル作成		遺伝的流動性・生物多様性を考慮した保全（TF）		
2. 自然科学的・社会的な分析および評価を通じ、気候変動影響下におけるサンゴ礁島嶼生態系の持続的な維持管理に資する知見・課題を抽出する	経済関係基礎データ収集・整理			パラオサンゴ礁の防災機能の経済学的評価（TF）		
		保全及び自然活用 観光開発に対する住民意識評価				
				スノーケル利用受容限界の推定（TF）		
				ロックアイランド保護区の経済学的評価（TF）		
3. 保全および生物多様性と生態系サービスに対する住民の理解	企画展を開催（タッチパネル・ポスターなど）					
		ワークショップを開催（P-CoRIE セミナー）				
		PCC でのレクチャー開催		特別セッション開催（ICRS）		
				自然ガイドブック作成		
4 専門的技術・知見の共有、人材育成		PICRC の能力強化・トレーニング	PICRC 職員の研修受け入れ			
		大学院生受入れ				
		インターン受入・院生派遣				
			研究調査を活かしたトレーニング（TF）			
5. サンゴ礁島嶼生態系の保全に資する政策提言		科学的データ・知見の提供		政策オプションの作成		

※プロジェクト開始時の構想からの変更点

タスクフォース（TF）追加とパラオ自然ガイドブックの作成

(2)中間評価での指摘事項への対応

中間評価では、自然科学系と社会科学系とのより強い連携の必要性に加え、陸域での活動によりサンゴ礁海域が影響を受けるうえでの流域影響研究の強化が指摘された。

まず、サブ課題を担当する複数の研究者らが連携しつつ、出口に至る（社会実装を行う）道筋、地元からのニーズを受けたタスクフォース型研究おこなったことで、プロジェクトを通した社会科学系と自然科学系の知見をつなげた持続的なサンゴ礁利用および保全政策案の提言につながる工夫をおこなった。その結果、プロジェクトの構想当初は、生物変動、環境変動、生物多様性、サンゴ礁島嶼生態系サービス、人材育成、普及啓発の各グループで、それぞれ4つのサブテーマ（環境モニタリング、気候変動および地域環境変動によるサンゴ礁／マングローブ生態系への影響評価、社会科学的評価、生物多様性への影響評価）を現地研究機関と共同で推進しつつ、人材育成によって、地元主導での保全および資源維持管理システムを確立することを目的として実施していたが、中間評価時の指摘および助言を受けタスクフォース体制による分野横断的研究を加えつつ実施するに至った。

特に、自然科学・社会科学系の共同研究を進めることとし、「サンゴ礁島嶼域における地域レベルでの環境変化（下水排出、陸域開発など）がサンゴ礁へ及ぼす影響の把握」や、「サンゴ礁保全の経済的価値評価や生態系サービス（サンゴ礁による防災機能）の評価」、「観光のキャリングキャパシティ推定（観光客がサンゴに与える影響や、観光客の満足度調査）」などの研究を社会科学分野と自然科学分野の研究者らによる連携により展開することで、サンゴ礁を保全しつつ活用する方策を提案することを目指した活動をおこなった。また、本プロジェクトでの流域影響研究については、当初現地実施を予定していた PICRC 人員の離職により、現地で陸域までをカバーした調査を安全に実施することが困難となっていたが、他の先行プロジェクト（フィリピン）メンバーに国内連携研究者としてメンバーに加わってもらい、タスクフォース研究を進めることで対応した。

(3)プロジェクト開始時の構想からの変更点

プロジェクト開始後に現地でみられた急激な社会情勢の変化（観光需要の急増など）に関連した新たなニーズに対応する形で、重点的項目が P0（プラン・オブ・オペレーション）として絞りこまれていった。また、P0 の見直しの際に各アクティビティを担当する C/P（カウンターパート）職員の配置を確認して決定した場合でも、急な退職・採用・休職などにより流動的であり続け、実施途中での入れ替わりが頻繁に起き、場合によっては引継ぎもできないまま不在となることがあった。そのため、直接 C/P 職員である各個人への技術供与を行うだけでなく、引継ぎや新規採用者にも分かり易く図説したマニュアルの作成を行う必要が認識され、各研究分野での主要な調査・実験・解析手法に関するマニュアル作成をおこなった。

また、本プロジェクトでは、現地の状況及びニーズを基に、人材育成・アウトリーチ部分にも重点を置く必要があったことから、開始当初から人材育成の一環として、長・短期の本邦研修受け入れや、現地における短期大学生のインターン受入れ、短期大学でのレクチャー、現地保護官等を対象にしたトレーニング等に力を入れていた。その後、プロジェクト中盤では、より幅広い世代を対象にした普及啓発が必要不可欠であるという認識を持ち、特に政策にかかわる中高年世代から、将来のパラオの自然環境保全を担う若者向けの啓発活動が必須であると考え、パラオの身近な自然環境に関するガイドブック「Paradise of Nature」作成を現地 C/P 関係者や、現地有識者でもある NGO/NPO 関係者らを著者として加えながら進め、2017 年 10 月に約 1500 部を現地で発行、国内の全公立高校及び短期大学にいきわたるようパラオ国の教育大臣に引き渡した。さらに本ガイドブックは電子化され、現在 PCC の ICT 専門教員・短大生らを中心としたアプリ開発プロジェクトが始まっており、近い将来にパラオ国内だけでなく、海外でもタブレット端末を介した教材利用化が可能になることが期待されている。

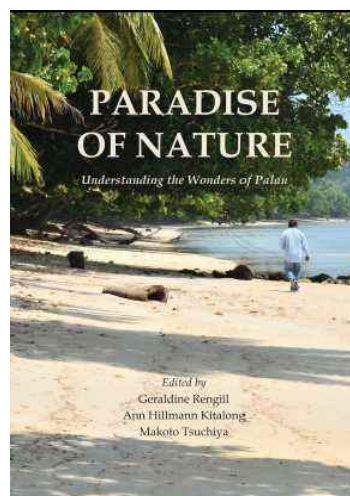


図 ガイドブック表紙（2017 年 10 月刊行）

また、主力産業である観光セクターでは、プロジェクト開始後に急激な変化がみられ、過剰といえる観光客のサンゴ礁域への入域だけでなく、ダイバーやスノーケルなどのマリンレジャーに関するルール・マナー低下などが現地からの懸念として上がってきたことから、国連環境計画（UNEP）が支援して東南アジアなどでの成果をあげつつある、「Green Fin」プログラムをパラオに導入した。このプロセスでは、現地 NPO であるパラオ保全協会（PCS）と連携して、パラオ観光における低負荷型サンゴ礁利用のための、プログラム立ち上げにつながるキックオフワークショップを 2017 年 3 月に実施し、2017 年 8 月には最初の国内大手業者向けトレーニングと初期評価が行われ、2018 年には国内加盟団体（観光・ダイビング業者）の増加が報告されている。また、最終年度の 2 月 3 日に社会科学系および人材育成分野の成果と政策提言を含めたシンポジウムをおこない、パラオ語訳での要約をラジオおよび YouTube で放送した。

2. プロジェクト成果目標の達成状況とインパクト（公開）

(1) プロジェクト全体

パラオ国では、ミクロネシア地域各国との共同宣言である「ミクロネシア・チャレンジ(MC)」を宣言しており、2020 年までに沿岸海域の 30%と陸地の 20%を保全区域とすることを目標に活動を行っており、PAN 法(Protected Areas Network)を施行している。本プロジェクトでも、環境および生物群集の把握を行うことで、特に MPA (Marine Protected Area) についての科学的分析と将来に向けた効率的維持管理についての知見抽出が求められている。例えば、海側の視点から考えると、生物調査を基にした各海域での主要生物群の現状、環境動態・傾向の明確化や海流や潮汐による生物幼生の分散がもたらす地点間の遺伝的連結性を明らかにすることによって、より実効性の高い MPA 配置・重点化についての提案などが可能になると考えられる。そのための基礎データ取得に必要不可欠ともいえる定点モニタリングや調査手法の確立が重要であり、継続した計測・観測結果のパラオ国への提供とともに、モニタリングの引継ぎに向けた準備が進められた。プロジェクト終了後は PICRC で永久方形区の調査と各地点での水温計測が継続されることが確認されている。また、多様性解析の主要な柱である生物標本の管理にも役立つ標本データベースが作成され、C/P への移転がおこなわれた。

経済活動を観光資源や水産資源に依存するパラオ国において、持続可能な社会を維持していく上では、気候変動対策に加え、さまざまな地域環境の変化と社会的な意識を把握しつつ、地域レベルの環境変動や生物学的データに基づいたサンゴ礁保全対策を立案し、実践する必要がある。そのため、本プロジェクトでは、自然科学の分野のみではとらえにくい、陸との潜在的つながり、経済・社会影響としてとらえることを視野に入れつつ、全国的な社会科学調査が実施され、そのデータ解析により、州ごとの差異や、社会的なサンゴ礁島嶼生態系のとらえられ方、利用についての考え方などが浮き彫りになった。それらをふまえ、本プロジェクトでは PAN 事務局との連絡を取りつつ、パラオ国での政策方針や計画を共有しながら、研究成果を還元しつつ、最終的な社会実装でもある政策に資する提言がパラオ社会にとっても無理のない（経済的・社会的負担を最小限に抑えた）提案として受け入れられるための工夫をおこなった。最終年度には、プロジェクトの全体成果を共有するべく毎年開催しているセミナーに加え、流域管理を進めたいと考えている Airai 州、ニッコー湾の保全方法を検討している Ngermid ハムレット（Koror 州）、海面上昇および台風による高潮被害対策を検討している Melekok 州など（2018 年 2 月）で、ターゲットとなる地域を絞り込んだコミュニティミーティングなどを実施した。



図 Airai 州での河川堆積物がサンゴ礁へ及ぼす影響を説明する住民向け説明会

プロジェクトでは、PICRC と共同でサンゴ群集と魚類群集を対象とした定点モニタリング調査（15 地点）（Activity 1.1 Monitoring, analyzing and evaluating reef-building coral (Photo quadrats) and fish (line transects) communities.）が継続して実施され、パラオ周辺の特定海域におけるサンゴ群集の被度低下傾向や藻類繁茂、魚類個体数の低下が続いていることなどを明らかにしている。

環境解析では、パラオ全海域での海水サンプル採取・分析が進められ、PICRC が進めてきた生物モニタリングデータと合わせて解析することにより、各海域での環境と生物の特徴を明らかとして、保全にあたり注視すべき

環境パラメータやサンゴ種を示した (1.3 Collect basic marine environment data (pH, salinity, turbidity, etc.) and information. (Physical Data)。さらに気候変動による影響評価によりパラオ周辺海域での海洋酸性化の進行状況や、生物への影響を水槽実験などにより実証した。さらにニッコー湾での独特の高水温/CO₂環境特性) とそこに適応した生物の存在を発見し、本海域の生態学的価値の高さを示すとともに、その保全に必要な性につて政策提言を実施した。さらに将来の気候変動に伴う海面上昇や台風の巨大化に対するサンゴ礁の有する防波堤としての機能価値を定量的に評価し、その生態学的価値と地元住民による対策を提言した (1.6 Evaluation of climate change impacts on Palau coral reef ecosystem 及び 1.9 Conduct estimates of economic loss due to the degradation of ecosystem services of coral reef islands, and of the economic valuation of the benefits of conservation and use of natural ecosystems.)。また、流域を介した陸域影響の評価も進められ、Airai 湾をモデルとした研究では、近年の空港整備や陸域での開発が下流域に存在しているサンゴ礁域に与えてきた影響が明らかになっている (1.8 Evaluation of watershed impacts on Palau Coral Reef ecosystem (TF))。これらと並行して PICRC の若手研究員 Evelyn Otto 氏が長期研修員として琉球大学大学院博士課程前期に進学し、沖縄とパラオを舞台にした、サンゴ礁生物への下水排出の環境負荷影響についての研究を進め (1.7 Evaluation of local scale impacts on Palau Coral Reef ecosystem.)、2018 年 3 月に修士学位を取得しており、プロジェクト終了後も PICRC の研究員として、水質の調査研究を進めている (4.2 Long term training for MSc at Univ. of the Ryukyus)。

生物多様性解析では、サンゴ礁の海底に沈む礫・岩などに含まれる無脊椎動物群を多数採取・同定・分析し、それら標本試料の管理をつかさどる生物群データベース (in-house database) が開発され、PICRC と共有されており (1.5 Biodiversity database systems and data accessibility)、さらに各生物群についての DNA 解析がおこなわれた。また、上述のように、パラオにおける地点間の海洋生物集団間の連結性を示す最適指標種として、フタモチヘビガイ類を用い、周辺海域間での遺伝子流動解析が進み、海流分散等によるパラオ国内の海洋生物個体群のつながりが初めて科学的に示されている (1.4 Analyses of biodiversity patterns and connectivity)。さらに各生物群についての DNA 解析と BOLD (Barcode of Life Database) への情報提供がおこなわれた。また、新種となるスナギンチャク類が複数発見され、その中の一種には、サンゴ礁保全を積極的に行ってきたパラオ国 Remmengesau 大統領の名を冠した種名がつけられた。

最終年度末には PICRC からパラオ政府各機関や関連する州政府にプロジェクトでの一連の研究で得られた知見の詳細を含めた「Technical Reports」や、それらを基にした政策提言を含めたパッケージが提出された。プロジェクトでの成果を受け、今後 PICRC がおこなう調査では、これまで主として行われてきた生物調査だけでなく、水温や水質などを含めたサンゴ礁環境調査が併せて展開されることが決まっており、その結果、より詳細なサンゴ礁島嶼生態系の状況把握と同時に、将来の気候変動影響下での保全に対しての科学的知見の提供が期待されている。また、DNA ラボが現地に設置されたことから、パラオ国内での遺伝子分野の研究が発展するだけでなく、対外的な PICRC の研究拠点としての水準が高まったと考えられ、日本をはじめとした各国との国際共同研究がより活発化することが期待される。

社会科学と自然科学の共同研究では、タスクフォース研究の一環として、サンゴ礁の防波堤機能の経済学的評価 (1.9 Conduct estimates of economic loss due to the degradation of ecosystem services of coral reef islands, and of the economic valuation of the benefits of conservation and use of natural ecosystems.) や、スノーケルやダイビングによる過剰利用を想定した利用許容量 (利用量) を推定する為の聞き取り調査やアンケート (1.10 Research for sustainable tourism focusing on coral reef island destination (residents, tourists)) が実施され、利用客に負の印象をあたえる「過密」とされる利用状況などが主要なダイビングサイトなどで示された。また、ロックアイランド自然保護区のサンゴ礁の価値推定が行われ、パラオ国民が自国のサンゴ礁保護について持つ潜在的価値を貨幣価値として初めて換算する事がおこなわれており、プロジェクトで折に触れて提言してきたパラオにおけるサンゴ礁保全と経済・観光産業の関わりが今後より良く理解され、Green Fin の仕組みなどを効果的に利用しつつ、パラオの観光産業での環境意識の向上と同時に、より精度の高いハイエンド観光を目指したパラオ観光にかかる政府機関 (Parau Visitors Authority や Beaurau of Tourism) 主導での質の高い観光政策が取られることが期待される。

人材育成・トレーニング・アウトリーチについて、プロジェクトでは 20 人以上の大学院生をパラオへ派遣しており、現地での機器利用マニュアル作成や、潜水調査、共同実験などに参加するだけでなく、国際学会や各種ワークショップやトレーニングにも積極的に参加することで、国際的発表の経験を積む機会が提供できた。加えて、プロジェクトではパラオ短期大学 (PCC) の学生らを対象にした分子生物学的な試料分析法についての実験・レクチャー提供からさらにステップアップし、優秀な学生数名をプロジェクトがトレーニングしつつ現地研究補助員として雇用することで、パラオの若者がサンゴ礁生物を対象とした現場での研究の一端を担えるような状況が創り出された。また、前述の Evelyn Otto 氏に加え、現地の若手研究員である Victor Nester 氏が長期研修員とし

て琉球大学での修士学位を取得済みであり、帰国後 PICRC の研究員として政府関係者を対象としたトレーニングのコーディネーターを担当している。(4.2 Long term training for MSc at Univ. of the Ryukyus)。

また、プロジェクト期間を通して、政府関係者を対象としたトレーニングを毎年行っており、各州の保護区ネットワーク (PAN) 保護官を対象とした現地トレーニング・ワークショップ (4.1 Support workshops/trainings led by PICRC in the states of Palau that aim to improve the capacity of monitoring/management of marine protected areas.) でのサンゴ礁生態系の保全能力強化、課題抽出を現地の C/P らと共に図っている。また、一般来訪者向けに、サンゴ礁島嶼生態系に関するポスターを作成し、水族館の特設展示スペースに設置しており、既設の電子式案内板 (タッチパネル) と並行して水族館来訪者に、わかりやすくサンゴ礁の不思議に触れる機会を提供した (3.1 Conduct exhibitions that aim to improve the understanding of the residents regarding coral reef.)。

また、中間評価以降に設置したタスクフォースでの活動を社会科学・自然科学分野の研究者で共同実施し (2.1 Integration of social and natural science studies to extract knowledge and ideas that can contribute to the sustainable management of Palauan ecosystem.)、それぞれの課題に向けての成果が示され、成果発表の一つとして、2016 年 6 月に米国ハワイにおいて開催された国際サンゴ礁学会や、2017 年に開催された RETI (Réseau d'Excellence des Territoires Insulaires・島嶼大学間ネットワーク) の国際シンポジウム「“Future Perspectives for Island Society: Sustainability and Self-Management”」において、C/P である PICRC との共同セッション「Conservation research for small-island nations: climate change, fisheries, tourism and land-use change」【座長: Takashi Nakamura、University of the Ryukyus (JST/JICA SATREPS)、Geraldine Rengiil、Palau International Coral Reef Center、Kaoruko Miyakuni、University of Ryukyus (JST/JICA SATREPS) など】や、「Session 5B: Panel Session "Conservation of Island ecosystem in Palau and Japan」【座長: Takashi Nakamura、University of the Ryukyus (JST/JICA SATREPS)、Yimnang Golubuu、Palau International Coral Reef Center、Kaoruko Miyakuni、University of Ryukyus (JST/JICA SATREPS) など】を実施した (3.3. Hold special session at ICRS to be held in 2016 in Hawai'i.)。

成果については、国際誌等での論文化、学会等での発表と並行して、PICRC が発行する Technical Report 形式でとりまとめ、最終的にはそれらを合わせた文書を根拠資料としつつ、政策決定者にわかりやすい Policy Brief の形式 (letter サイズ用紙 1 枚にまとめたもの) とした Policy Recommendation とし、政策提言案をパラオ国の政府機関に提出するべく調整を進めた。一部は 2017 年 7 月に下院議員向けに提示をおこない、その後、9 月の JCC 後のセミナー、2017 年 12 月および 2018 年 2 月のシンポジウムで科学的知見と政策提言案についてのより詳しい説明をおこなったうえで、2018 年 3 月下旬にパラオの各州、PAN 事務局、天然資源環境観光省などに政策提言パッケージとして提出した。

プロジェクトでの成果の共有については、各種セミナーなどに加えて、C/P である PICRC からのプレスリリースを現地で節目節目に積極的に行い、現地新聞・ラジオなどでも頻繁に成果が紹介されている。また、プロジェクト終了後もさらにサンゴ礁島嶼生態系の貴重な資源であるパラオの身近な自然の素晴らしさを再発見し、保全保護に強い関心を持ってもらうため、C/P の研究者・スタッフ、現地 NPO/NGO らを共同著者として、パラオの自然ガイドブック「Paradise of Nature」の作成を進め、パラオの全公立高校と短期大学で利用可能な数を提供すべく、教育大臣および短期大学学長を招いた引き渡し式典を開催した (3.4 Field guidebook of Palauan nature and environment)。フォローアップ活動として、PICRC と協力し、パラオの公立・私立高校生及び教員、PCC 学生らを対象としたガイドブックを用いた講習会を 2018 年 2 月に 2 日間にわたって開催した。現在、ガイドブックは全公立高校・私立高校・短期大学に無償提供されており、教育大臣からは教材の利活用が約束されていることから、高校生・短大生をはじめとした若手向け教育の質の向上により、サンゴ礁生態系の重要性がより広く認知されることが期待される。さらに、PICRC と PCC の協力の下、電子化をおこない、パラオ国内でも普及が始まりつつあるスマートフォン上で利用可能なアプリとして開発が進んでおり (2018 年 5 月現在: パイロット版のテスト中)、将来、広く国内外での利用が可能となることが期待されている。

プロジェクト期間中は年 1~2 回の現地セミナー (P-CoRIE セミナー) にて地元の政府関係者らを含むメンバーとの研究成果共有の機会を持ち、参加者からの意見をいただきながら、現地のニーズに合わせながら研究の方向性を再確認しつつ実施した (3.2 Conduct seminars/workshops aimed at managers, stakeholders, students, etc. as a forum for discussion and exchange of ideas in Palau.)。また、2017 年 7 月には “Meeting with Leaders” にて研究成果の一部と政策提言案を、議会議員らや天然資源環境観光省を対象に共有した。また、前述のとおり、複数回のシンポジウムではパラオ語訳のラジオ放送で成果を説明しつつ、地域住民向けの説明会などを実施することで、より多くのパラオ国民に成果を基にした政策提言を周知することをおこなった (5.1. Discuss with key-persons for Palauan society in order to build a consensus on conservation plan based on the project outcomes. : 5.2 Propose policy options that contribute to the conservation and management of coral reef and island ecosystems in Palau based on the

outcomes of activities 1-1 to 5-1 above.)。さらに今後、将来のパラオ国政府および州政府での気候変動対策、現地での持続的なサンゴ礁保全政策立案の際に、プロジェクトで提案された政策提案が取り込まれながら、周辺のミクロネシアの島嶼国をはじめ、大洋州全体のサンゴ礁島嶼生態系を持つ国や地域でそれらのアイデアが共有されていくことが期待される。最後に、パラオ国内でのサンゴ礁保全にかかる調査研究がより進み、プロジェクトで育成した若手人材がそれらの一端を担っていくことが期待される。

(1)「生物変動」グループ

(題目：島嶼におけるサンゴ群集を中心とした海洋生物の変動評価)

(リーダー：中村崇)

①研究のねらい

パラオではC/PでもあるPICRCによるサンゴ礁モニタリング調査が実施されてきており、2001年ころから隔年での測線調査が続けられている。しかし、その多くはサンゴ礁の外洋側に位置しており、人間活動の影響を強く受けるサンゴ礁内湾部をより面的にカバーする必要があった。また、定点での画像データを取得・保管することで、将来の解析に資する視覚的情報を残すことが可能となるため、本プロジェクトでは永久方形区の設置を行いつつ詳細な定点観測データと視覚的情報を記録することとした。得られた画像データ解析により、サンゴ礁生態系の基礎生物である造礁サンゴ類の被度変化、種・属レベルの多様性、生態的な機能で分けた比較をおこない、各海域のサンゴ群集についての状態評価を進める。また、測線調査による魚類群集（個体数・サイズ）調査をC/P研究者と各地点で実施し、潜在的資源量の推定を進める。また、調査で得られた画像データを元に、社会科学分野でのアンケート調査等に活用可能なサンゴ礁生態系の代表的イメージ（代表的な環境・生物情報を含む）の作成をおこなう。

また、各海域のサンゴ群集の安定性や気候変動に対する脆弱性評価を進めることを目的として、定点方形区内の画像データをサンゴ礁センター内にてデータベースとして格納共有することで、ベースラインデータとしての数値以外の情報を管理することが可能となり、サンゴ礁動態解析に資する視覚的情報、種組成データ、各種底質や生物の被度・頻度などについて、将来の変化状況との比較を可能にしている。また、タスクフォース研究として、調査で得られた画像データを元に、社会科学アンケート調査で使用するサンゴ礁の代表的景観イメージ（代表的な環境・生物情報を含む）作成をおこなっていく。

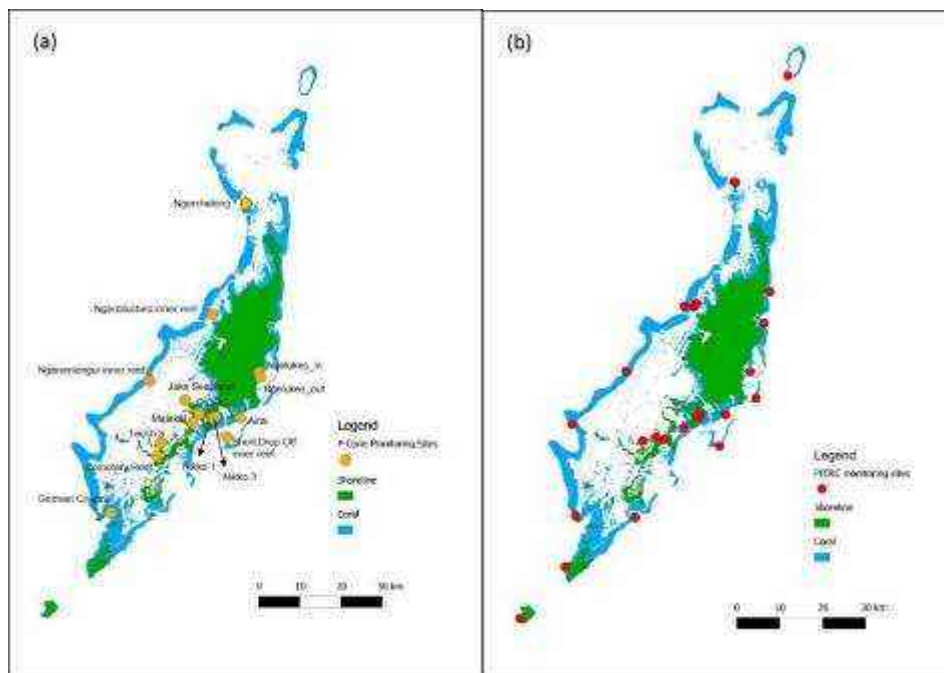


図 パラオ周辺の永久方形区設置・測線調査地点（左）と PICRC の隔年観測点（右）

②研究実施方法

重点観測箇所となる 15 地点での野外潜水調査を実施した。各サイトには大型（3.5m x 3.5m）の永久方形区を各 3 基設置しており、水中デジタル写真による枠内撮影を、水温が比較的低く、サンゴ群集への高水温ストレスがかかりにくい 1 月から 3 月期にかけて集中的に行い、サンゴを含む底生生物・底質すべてをデジタル写真データとして記録した。併せて、周辺でのランダム測線（15m x 5 本）調査を並行して行うことで、底質の出現

頻度、小型底生生物群および主要な魚類種・サイズ構成についての情報を取得した。

また、温暖化に伴う水温異常や局所的な湧昇流を伴うと考えられる急激な水温低下状態を記録する為、各地点には温度ロガーを複数個設置し、水温変化を並行して記録することとしている。方形区で得られた写真データについては、画像処理ソフトを用いた貼り合わせを行い、各調査点でのサンゴ群集イメージデータを得た。サンゴ群集イメージ画像をさらに解析することで、底質（生物・非生物）の割合、各種サンゴ類の被度、属種多様度などのデータを取得しつつ、これまでの過年度の複数のデータとの比較により、年変動および地点間の群集特性の違いなどを浮き彫りにする。また、測線調査から各地点のサンゴ群集以外の底生生物情報と主要魚類の構成等のデータを得ることで、生態系データ取得に貢献する。



図 永久方形区の設定

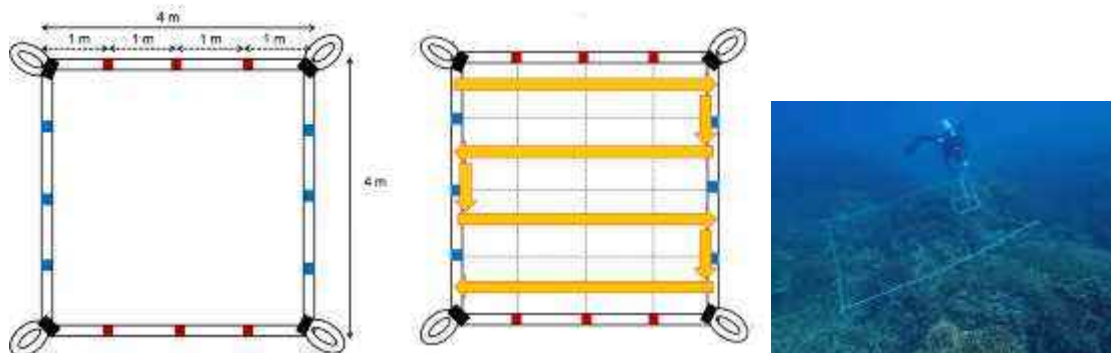


図 永久方形区の撮影手順

③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

全地点での方形区の画像貼り合わせ処理、画像分析、データ入力が終了、各調査点でのサンゴ種（属）の構成、サンゴ被度、各種底質被度などの情報が明らかとなった。各海域間での主要構成サンゴ類を 2014 年以降で比較したところ、パラオの浅海サンゴ礁域の多くでは、平均して 65～90%ほどの比較的高いサンゴ被度が広く維持されていること、後述する一部の海域（Malakal、PICRC、Taoch3 などの海域では、サンゴ被度が徐々に低下している）を除いて、全域レベルでの大規模変動は起きていないことが判明した。しかしながら、各地点で設置した水温ロガーのデータから、過去 3 年間ともに各地で水温が高い状態が観測されていること、5 月から 7 月にかけて水温が 30℃を超える時期に、一部のサンゴ礁内湾部の地点で 3 年連続でのサンゴ白化現象が起きていることが分かっている。また、サンゴ礁内の調査点における魚類群集構造と、一部のサンゴ属（ミドリイシ、ハマサンゴ属）の存在とに強い相関関係があることなども判明した。

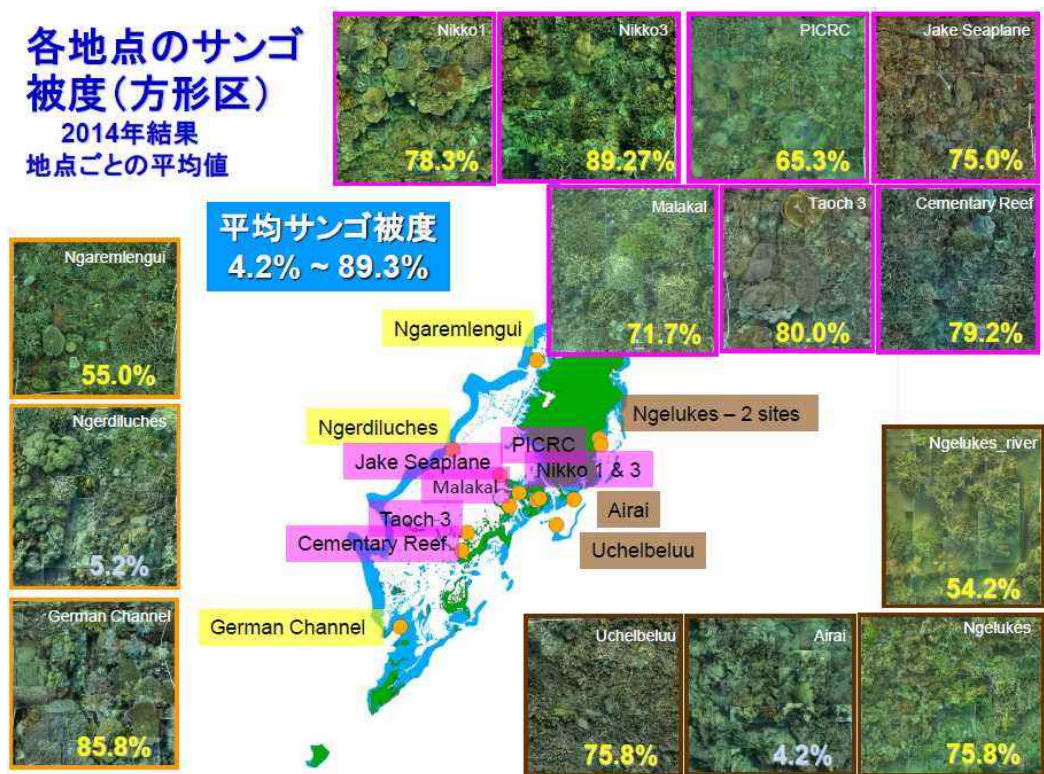


図 パラオ周辺調査地点でのサンゴ群集被度 (2014年)

各海域間での主要構成サンゴ類を比較したところ、パラオの浅海サンゴ礁域では、台風 Bopha(2012 年 12 月)の影響でパラオ南東側のサンゴ礁域ではサンゴ類の被度が著しく低下し、4 年が過ぎても被度や種組成に有意な回復がみられていないことが明らかになった(図: Airai)。また、東西の一部地点ではサンゴ被度が低めであり、減少傾向であることが判明した。特に、陸に近いサンゴ礁の内側、特に内湾にあたる海域については、被度は高いものの、成長が比較的遅いサンゴ属種が優占する状態であり、今後著しい環境変化による大規模斃死が起きた場合、回復に相当な時間がかかることが示唆されている。

一方で、外洋側に位置する海域では相対的に環境ストレスに脆弱な種群である、枝状やテーブル状に成長するミドリイシ属が優占した状態がみられることなどが明らかになっており、外洋域に面した調査点のうち、Short Drop Off inner reef では、海水温の異常上昇は顕著ではないが、ミドリイシ属サンゴを含む海水温異常上昇による白化被害を受けやすい種群が優占状態にあること、一部地点では 2014 年から 2015 年にかけての白化により同種群が死亡し、最大 20%のサンゴ被度低下とともに、サンゴ組成が大きく変化してしまったことが示された。

一部地点は観光客によるダイビング利用が盛んなエリアに隣接しているため、今後は過剰な観光利用による負荷の予防・低減が必要であるといえる。また、同海域をはじめ、サンゴ礁の外洋面に存在する海域の多くがパラオにおける観光ダイビング利用の盛んなエリアでもある。近年の観光環境の急変を考慮し、過剰利用やルール不備などによる無用な負荷を低減するための具体的対策として、UNEP が主導する環境負荷を抑えたマリンツーリズムに向けた「Green Fin」プログラム導入を進めるためのワークショップ開催支援、実質導入に向けたロードマップ作りをプロジェクトとして協力しパラオ自然保護協会 (PCS) などと共同で 2017 年度利用開始に向けた取り組みを進めた。

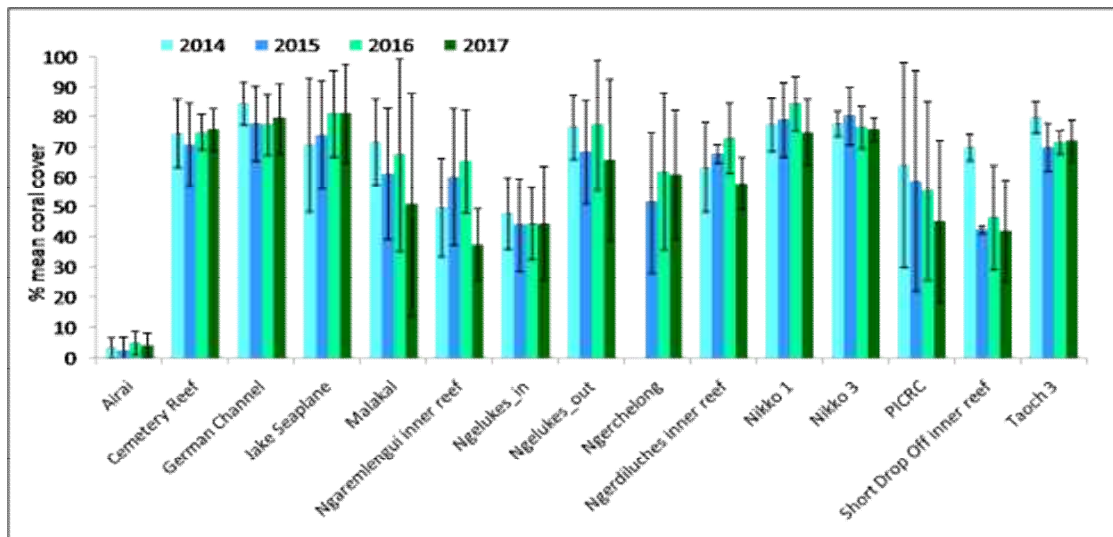


図 パラオ周辺の調査対象海域におけるサンゴ被度の変動
(各地点での年毎の平均値および標準偏差を示す)

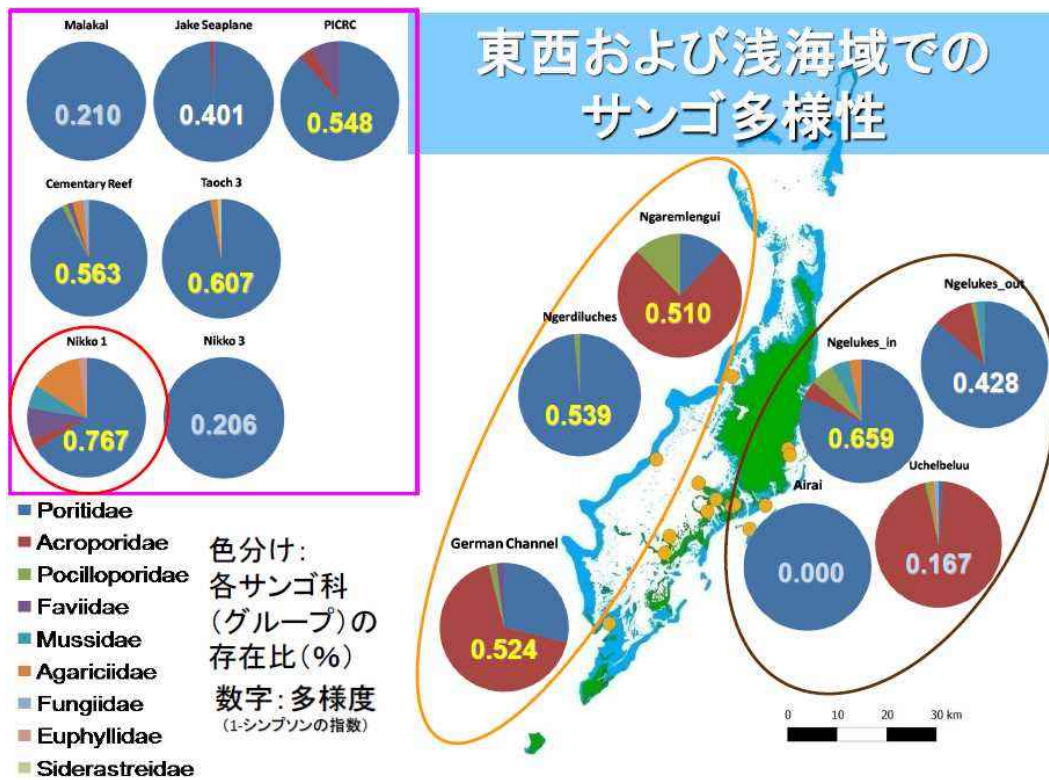


図 各サイトでのサンゴ群集の多様度 (2014)

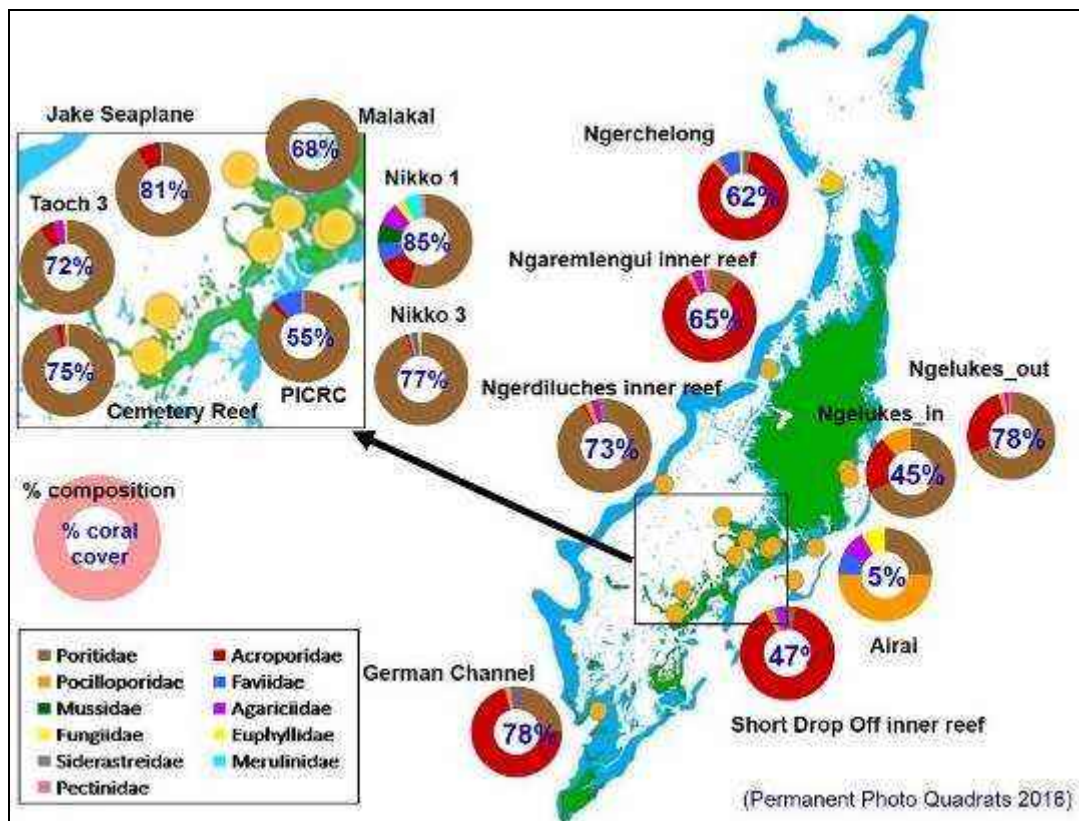
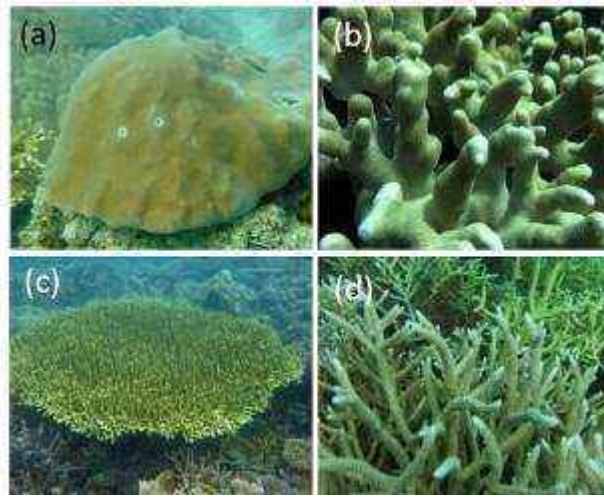


図 各地点の永久方形区におけるサンゴ属組成の状況。陸域近い海域では茶色で示された「ハマサンゴ属（写真のa、b）」が優占しており、外洋側のサンゴ群集のほとんどが赤色で示された「枝状ミドリイシサンゴ属（写真のc、d）」で構成されていることが分かる。

一旦サンゴ被度が低下した場合、海底の基盤は他の生物も含めた潜在的定着場所（裸地）となるが、その際の大型藻類の繁茂に顕著な違いがみられ、より陸域影響を受けていると考えられる地点では「サンゴ被度低下分＝大型藻類被度増加分」という関係がみられた。その一方で、外洋側に近く、藻類食魚類が十分に存在している可能性が高い地点では「サンゴ被度低下分＝大型藻類被度増加分」とはならず、サンゴ幼生の新規加入による回復が起きやすい状況が依然維持されていることなどが示唆された。

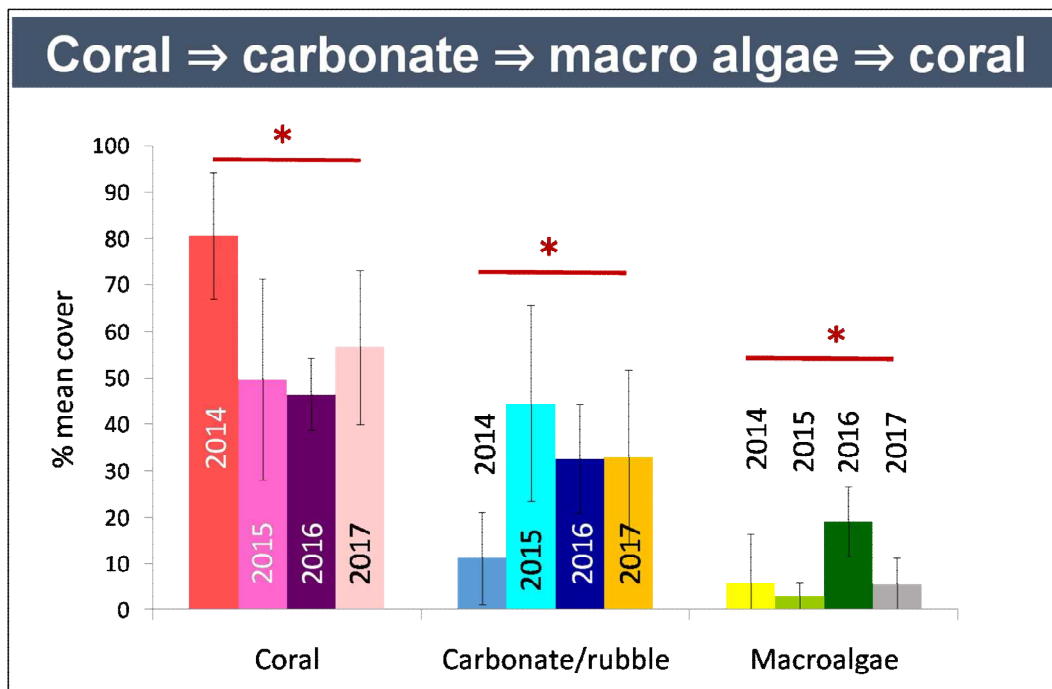


図 「Short Drop Off inner reef」でのサンゴ被度、石灰岩底質被度、藻類繁茂状況の経年変化

また、現状で、複数海域での大型藻類の繁茂、造礁サンゴ類における病気罹患群体の増加、オニヒトデによる食害、未報告の寄生性無腸類の蔓延なども確認されており、今後のパラオのC/Pによるモニタリング調査に主要対象として付加すべきと考えられる。

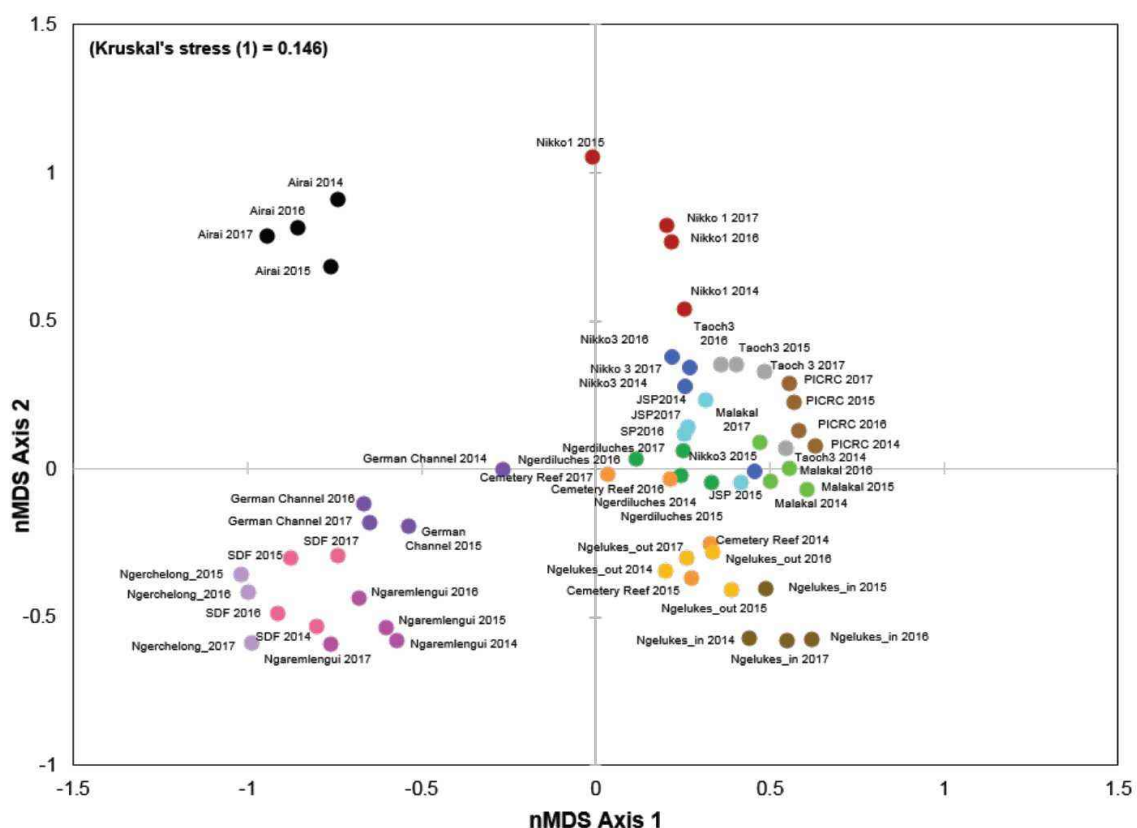


図 各調査海域におけるサンゴ群集組成の近似性および4年間での変化。同色の点は同地点でのそれぞれの年の状態を示す。図の右側にはサンゴ礁内のハマサンゴ属を中心とした調査地点、図左下方方向には外洋や外洋面した水路近くのミドリイシ属を中心としたサンゴ群集、左上には台風 Bopha によって被害を受けた Airai 州のサンゴ群集、中央上にはニココ湾のサンゴ群集が固まって存在している。

2014 年以降、サンゴ被度が数年間で急激に低下している地点が複数箇所見つかっており、サンゴ群集の維持・

衰退・回復、年単位での急激な被害等が検知可能になったと考えられる。これらの海域については PAN(保全対象海域)の選定時に留意すべき海域として提言に加えることになっている。また、そのような変化の中、ニッコー湾では通常サンゴが生育する条件としては考えられないほどの高水温環境にもかかわらず存在するサンゴ群集が比較的安定であることが示されており、他の海域にくらべると高水温耐性を獲得したサンゴ群集が存在していることが支持された。

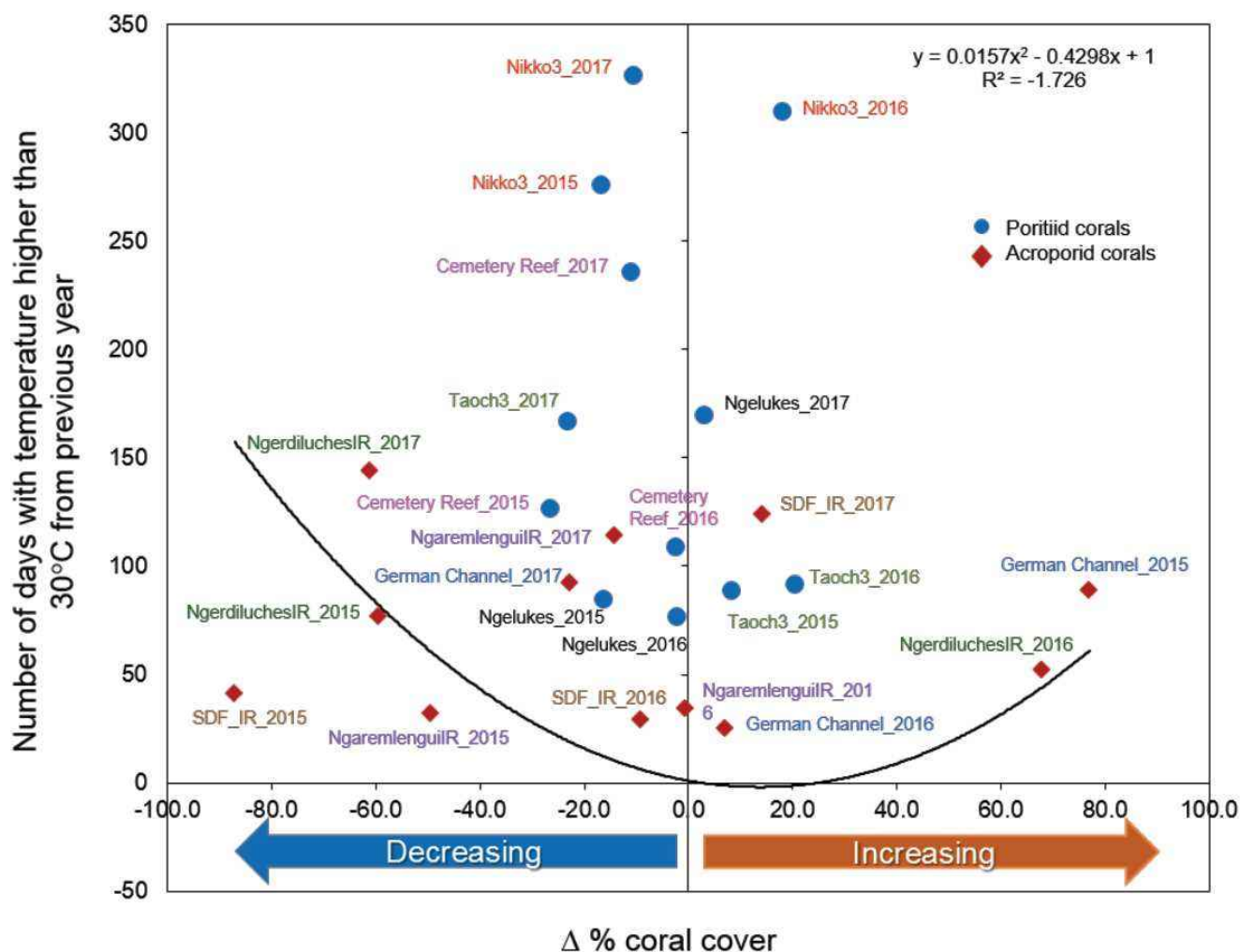


図 2014 年から 2017 年にかけての各海域での年毎のサンゴ被度変動（前年からの％増減）と水温特性（通常のサンゴが生育する条件としては不適とされる水温が 30℃を越す年間の日数）。

外洋に近い海域では、水温は低めでもミドリイシ属を中心とした増減（死亡・加入・成長）が激しい一方で、サンゴ礁の内側や内湾域では水温が高い中、ハマサンゴ属を中心としたサンゴ群集が比較的安定した状態で存在していることが分かる。Nikko3（ニッコー湾）の特殊性も示されている。

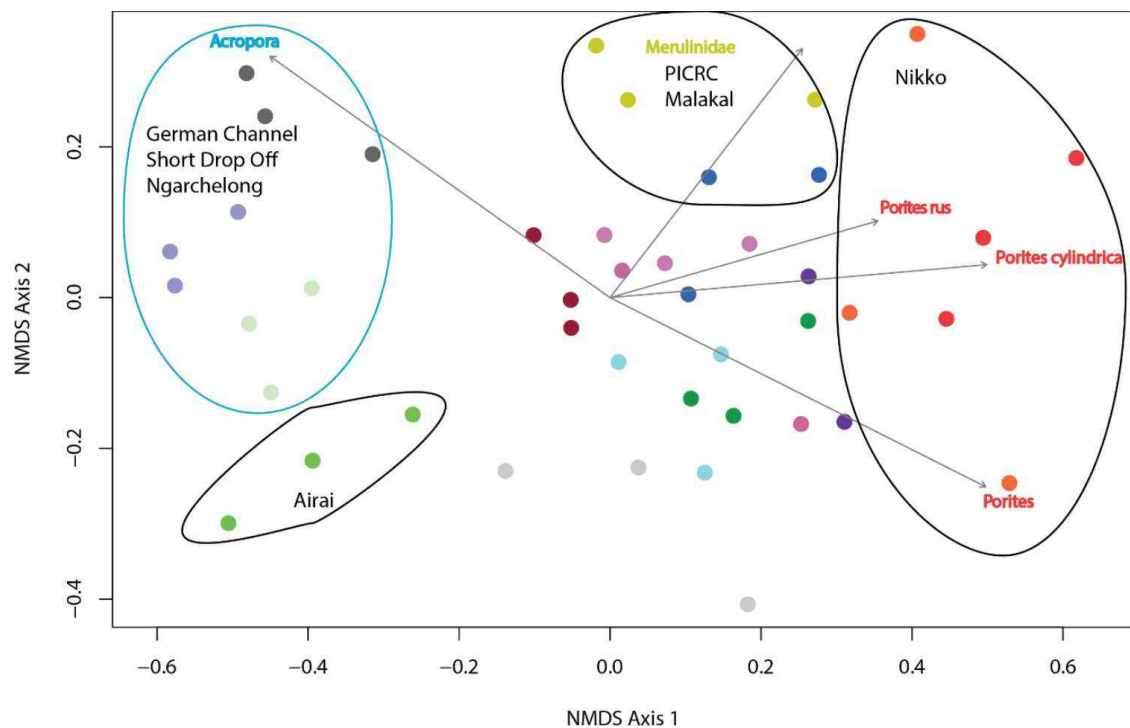


図 各サイトの魚類群集構造比較 (2015 - 2017)
 囲みは特定のサンゴ属組成と魚類群集との関連性が有意に示された海域
 ニッコー湾、マラカル湾、アイライ州沿岸、観光利用が盛んなGermanChannelなどを含む。

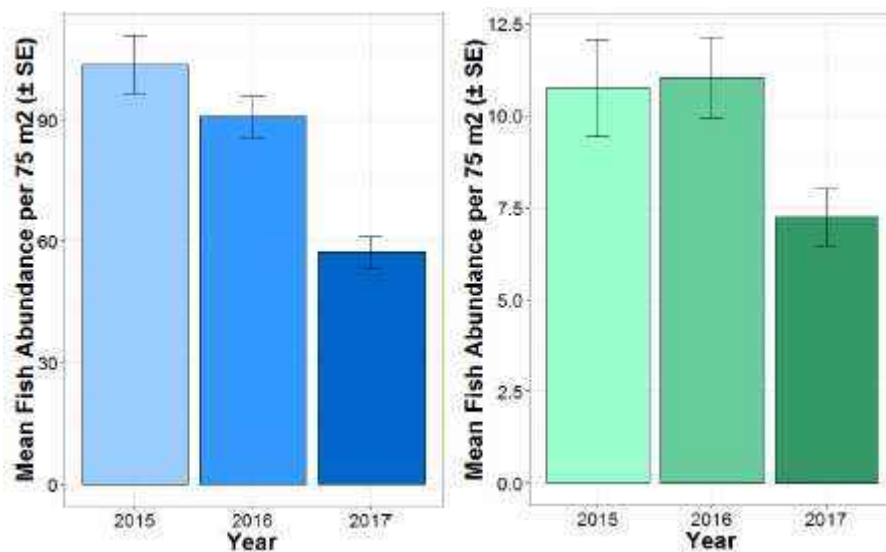


図 全対象魚種の個体数変化と藻食魚類の個体数変化
 2015 年以降、個体数が有意に低下していることが判明し、その大部分が藻食性魚類の減少によることが示された。

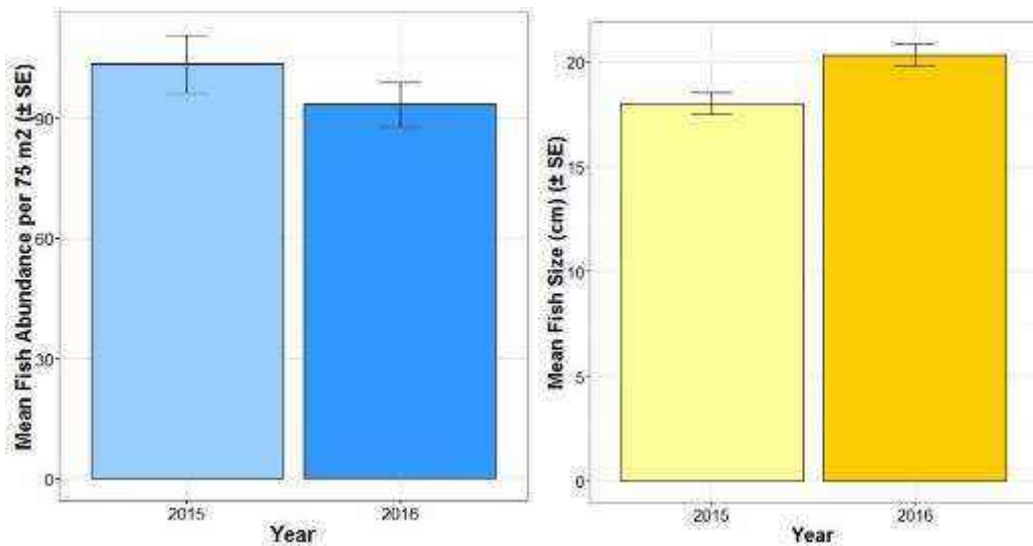


図 調査点全体での 2015 年~2016 年の漁獲対象魚種での比較。
左は個体数密度、右は体長

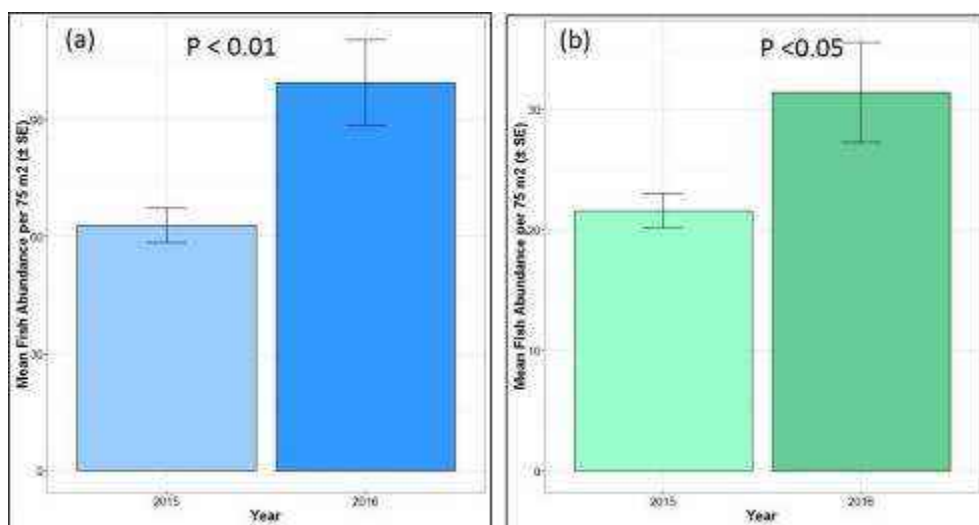


図 サンゴの急激な死亡にともなう変化が確認された「Short Drop Off inner reef」での魚類の個体数密度 (a) と藻食魚類の個体数密度 (b)。サンゴの低下とともに魚類密度が有意に増加しているが、その多くが、サンゴが死亡した後に急激に繁茂した藻類を捕食する藻食性魚類であることが示された。

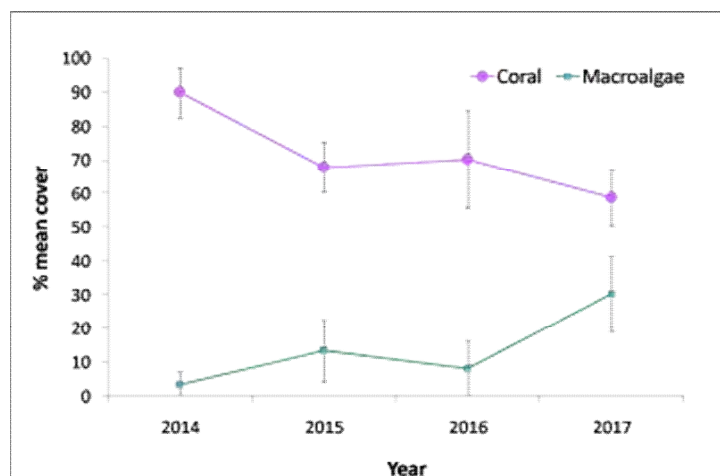


図 「Ngaremlengui inner reef」でのサンゴ被度減少と藻類被度上昇

④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

PICRC の担当者である Marine Gouezo らと作成した方形区調査・測線調査の実施マニュアルが完成しており、さらに、標準的なデータ解析方法（写真データの処理）についてのマニュアル作成と現地 C/P との共有がなされた。また、C/P の人的キャパシティーを考慮しつつ、プロジェクト終了後に、設定した調査地点の中でも特に重点的に継続調査をおこなうべき地点について協議を行い、プロジェクト終了後の PICRC による引継ぎ・活用が決まり、共同研究による継続調査が行われることとなった。PICRC では今後永久方形区のモニタリングおよび水温ロガーによる環境データ取得を主業務に組み込むことで、継続的にデータが蓄積されることになっている。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

2014 年夏季にパラオでの大規模サンゴ白化の兆候が見られたため、急きょ測線による調査を前倒し実施し、水温データロガーの設置等を進めた。また、魚類調査については、PICRC との情報共有化・比較ができるように PICRC 調査手法を取り入こんだデザインで実施したことで、プロジェクト終了後の利活用の道筋が整ったと言える。

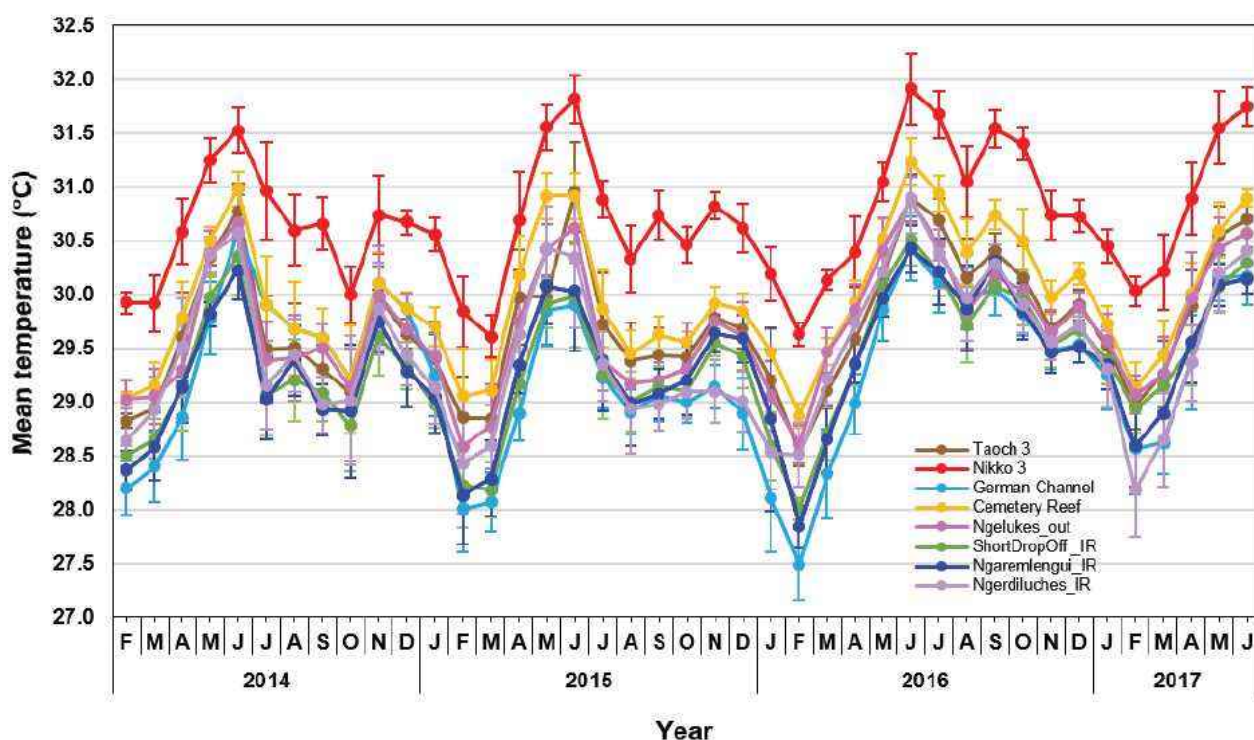


図 調査点における月別平均水温の推移

パラオの外洋に隣接した地点（German Channel など）では 1 月～4 月期に湧昇流の影響と思われる水温低下がみられ、内湾奥部（Cemetery Reef や Nikko3 など）では 6 月期の月平均水温が 32℃ を超えることが初めて示された。

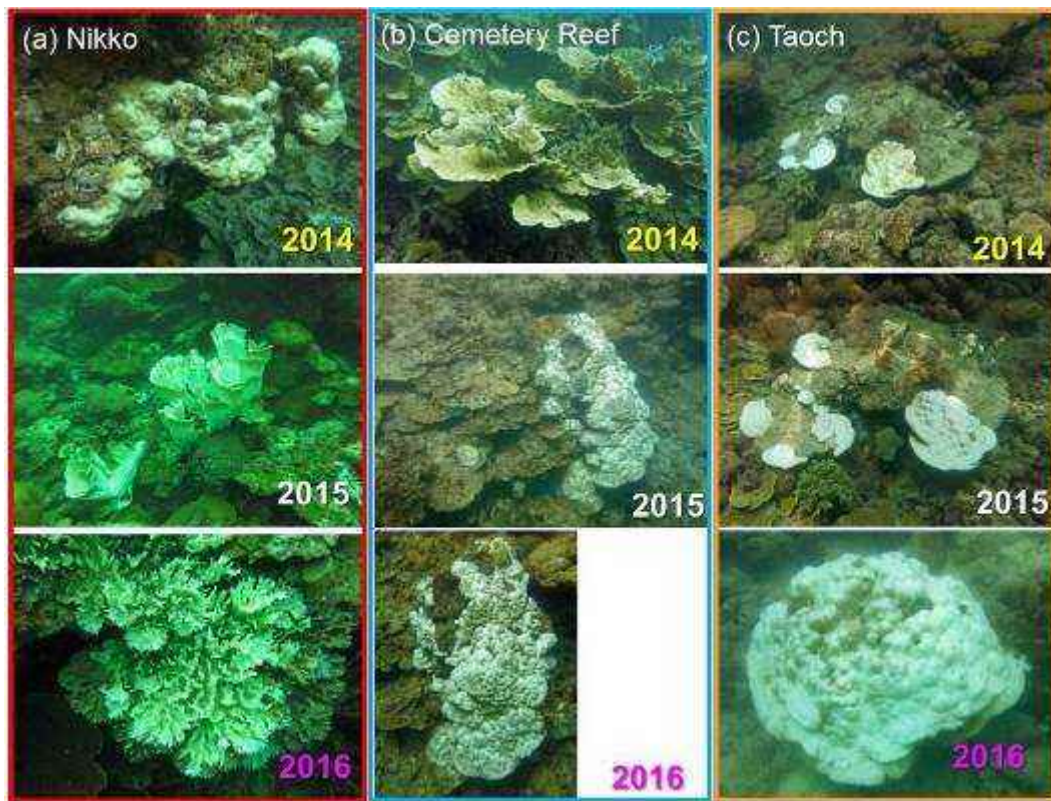


図 サンゴ礁内の調査点（Cemetery Reef や Nikko3 など）で確認された白化現象の様子。

タスクフォース活動に関しては、定点観測場所となっている Cemetery Reef、German Channel などの観光資源としても重要と考えられる地点の利用を視野に入れた「スノーケル利用（社会学・生態学的）受容限界の推定」調査をメンバーの宮国らとおこなった。この調査では、ダイバーやスノーケル客向けの調査票のデザインに加わった。また、「ロックアイランド保護区の経済学的（市場／非市場）評価」については、利用者向けのアンケート調査時に利用する代表的サンゴ礁景観イメージ作成と調査票の項目作成に加わった。「P-CoRIE での研究調査を活かしたトレーニング」では、日本国内および現地での研修において、パラオを含む太平洋諸国からの参加者向けの講義を担当し、サンゴ礁生態学の基礎、保全生態学の基礎、世界のサンゴ礁域での課題や実行されている対策、日本や海外における保全例などを含めた講義をおこなった。また、アウトリーチとして水族館での展示用パネルの「サンゴ白化とその仕組み・影響」を作成、プロジェクトで進めている「パラオの自然ガイド（仮題：Paradise of Nature）」の分担執筆を担当した。

プロジェクト期間中に現地に設置した永久方形区（調査区）は、PICRC によって隔年での調査対象として引き継がれている。本プロジェクト中の 5 年分の画像データおよび解析データについては、将来同じ方形区を対象とした再調査をおこなうことで、長期変動を知ることが可能となっており、PICRC が将来国際共同研究をすすめるうえでも重要な布石となっている。またパラオ自体が、1998 年以降、拡大・頻発化が指摘されている異常高水温によるサンゴの大規模白化を免れている数少ないサンゴ礁域の一つでもある為、パラオにおけるサンゴ群集の保全対策が今後大洋州およびアジアの島嶼サンゴ礁保全を進めるうえで重要な模範となることが想定される。本プロジェクトでのサンゴ礁生物群集調査による知見は、そのための重要なベースラインデータとなるであろうことが期待される。

(2) 「環境変動」グループ

(題目：気候変動および人為活動に伴う環境変動によるサンゴ礁生態系への影響評価)

(リーダー：栗原晴子)

[研究のねらい]

パラオの地域住民は、サンゴ礁生態系から様々な生態系サービスの恩恵に授かってきた。一方で、地球規模で進行する気候変動に加えて、地域住民の経済活動や観光客の増加等に伴う環境負荷や生態系サービスの過剰利用により、これまでパラオ住民が得てきた生態系サービスの低下が懸念されている。そこで、本研究ではまず、パラオサンゴ礁沿岸全域の水質環境を明らかにすると共に、生息する生物群集との関係性を明らかにすることによって、パラオ沿岸のサンゴ礁生態系の現状を把握する。その上で、特に重点的に調査／保全の必要な場所を明らかにし、持続可能な環境のモニタリング体制を構築する。加えて、人為活動に伴う環境負荷による生物へのストレス実験や野外実験などの生理生態学的アプローチにより、生物ならびにサンゴ礁生態系に対する環境負荷の程度を解明する。これら研究結果から、環境基準値を提案することによって、サンゴ礁生態系の保全、管理および持続的なサンゴ礁生態系の利用を可能とする科学的知見を提供する。

研究項目

1. サンゴ礁島嶼域生態系・海洋環境に関する科学的データシステムの作成
2. パラオ沿岸域における気候変動（酸性化／温暖化）の現状解明および将来予測
3. 住民や観光客などの活動に伴う陸域から沿岸水質への影響評価
4. 環境負荷によるサンゴ礁島嶼域生態系サービスへの影響評価

2-1 サンゴ礁島嶼域生態系・海洋環境に関する科学的データシステムの作成

① 研究題目2-1のねらい

パラオは世界でも有数の生物多様性を誇り、人為的影響をそれほど受けていない環境として極めて貴重な生態系を有している。しかし、近年の地球規模での環境変動や観光客の急激な増加に伴い、その環境は急激に変化しつつある。そこで、本研究では、1. 多様な生物の棲息を可能としている海の基礎的な水質環境データを取得し、パラオの海洋環境のベースラインを作成する、2. 多様な生物と水質環境との関係性を把握する、3. 持続的な環境のモニタリングの実施のためのシステム作りと技術移転をおこなう、ことを目的とする。

② 研究実施方法

- 1) パラオサンゴ礁海域の水質環境の調査を実施し、海洋環境の実態を把握する
- 2) パラオサンゴ礁周辺海域の化学的環境と生物多様性の関係性を明らかにするため、PICRC の22 カ所のモニタリングサイトでの環境測定を行い、これまでPICRC によって実施されてきた生物調査の結果や、本プロジェクトで実施しているより詳細なサンゴ群集の生物調査や遺伝子解析に基づいた生物多様性調査の結果と合わせて統合的な解析を実施する。
- 3) 上記1)および2)の調査結果をもとに、各ストレス影響を評価すべき海域を選定し、詳細な調査を実施する。

③研究題目 2-1 の当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

これまでに、パラオ全域 22 箇所の表層と 8m 深（概ねサンゴの生息水深）より、雨季及び乾季において基礎的な水質環境データ（水温、塩分、栄養塩、クロロフィル、濁度、懸濁物質（SS）、溶存酸素（DO）、懸濁態有機炭素（POC）、有機窒素（PON）、溶存態有機炭素（DOC）、溶存態無機炭素（DIC）、全アルカリ度（TA）、pH など）を取得し、海水試料は全て分析を終了した(図)。さらにカウンターパートの PICRC により取得された生物データとの解析も終了した。

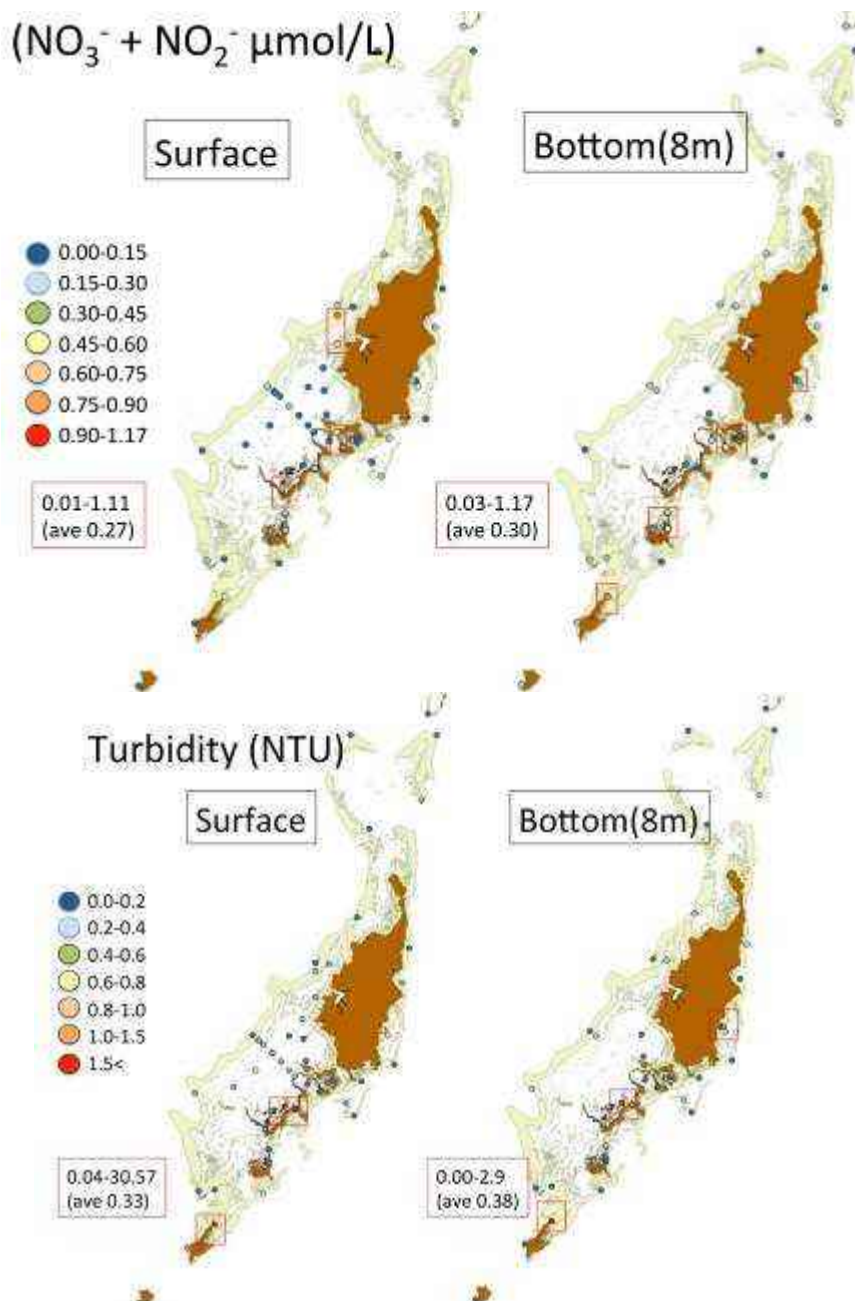


図 パラオ沿岸域における栄養塩（硝酸＋亜硝酸態窒素）及び濁度（雨季）

その結果、パラオ沿岸海域の栄養塩濃度 ($\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$) は表層で 0.01-1.11 $\mu\text{mol/L}$ (平均 0.27)、濁度は 0.04-30 NTU (平均 0.33) と極めて低い値を示し、ほぼ全ての地点で通常健全なサンゴ礁域で推奨される環境基準値（栄養塩： $<1 \mu\text{mol/L}$ 、濁度： $<1 \text{NTU}$ ）内に収まっていることが明らかになった。一方で、栄養塩や濁度が他の地域に比較して高い地域として、コロール州周辺の Malakal 湾や Nikko 湾、Rock Island 周辺、さらに河川流入のある Airai 湾や Ngerdorch、さらに Peleliu 周辺などが挙げられる。

水質環境とサンゴ群集の類似度より、パラオのサンゴ礁環境は大きく 3 カ所（東部海域、北西部海域および礁地内＋南部海域）に大別できることが判明した（図）。各 3 海域は特に気候変動の影響を大きく受ける炭酸カルシウム飽和度 ($\Omega_{\text{aragonite}}$) と陸域からの影響を受ける濁度がそれぞれ大きく異なることが分かった。さらに各海域を特徴づけるサンゴ群集も異なっており、東部海域は *Pocillopora* 属、北西部は *Acropora* 属、礁地内＋南部は *Porites* 属が優先していることが明らかとなった（図）。研究成果については、2016 年 5 月幕張メッセで開催された日本地球惑星科学連合大会並びに 2016 年 6 月ハワイで開催された国際サンゴ礁シンポジウムにて口頭発表を行った。

これら研究の結果から、1.パラオサンゴ礁海域の環境モニタリングの実施および MPA などの海洋保護区を決定する際は、必ず東部海域、北西部海域及び礁地内＋南部海域の 3 海域にまたがって設定する必要性があること、2.東部海域では生物指標として *Pocillopora* 属サンゴ、環境指標としては pH あるいは $\Omega_{\text{aragonite}}$ を、北西

部海域では *Acropora* 属サンゴと濁度を、さらに礁地内+南部海域では *Porites* 属サンゴと濁度及び pH あるいは Ω aragonite を特にモニタリングすること、さらに 3.パラオサンゴ礁生物の保全には、陸域からの土砂などの流出に伴う濁度の影響と栄養塩の負荷によるストレスの軽減が重要だと言える。またモニタリング重要地点としては栄養塩や濁度が他の地域に比較して高い、コロール州周辺の Malakal 湾や Nikko 湾、Rock Island 周辺、さらに河川流入のある Airai 湾や Ngerdorch、さらに Peleliu 周辺があげられる。

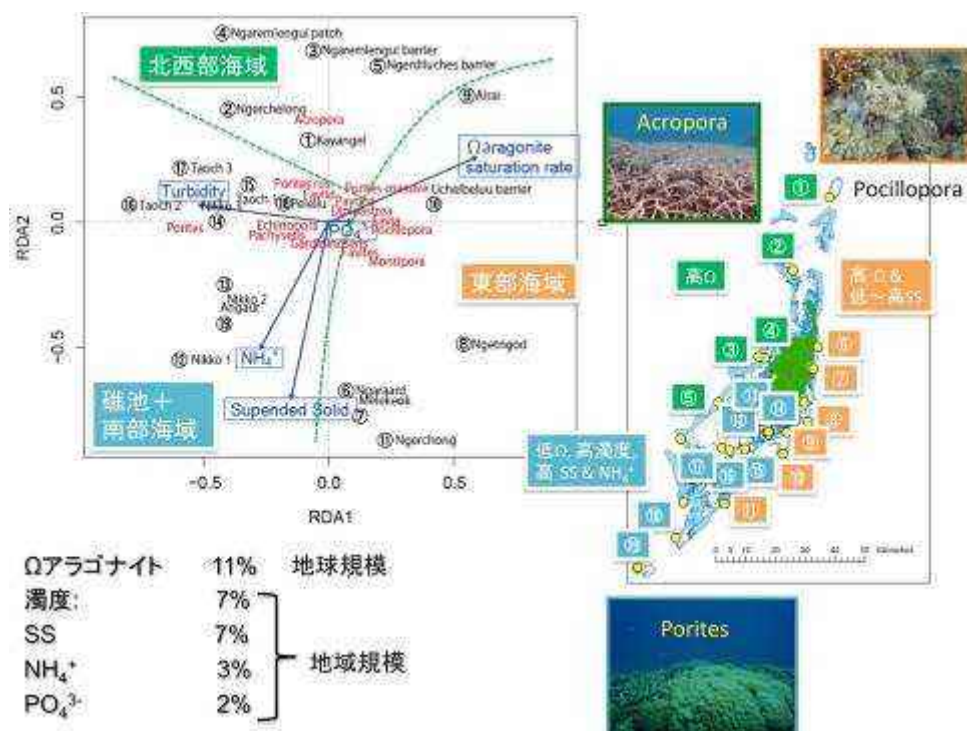


図. パラオ海域における各環境因子及び生物の地域区分。サンゴ礁群集を最も説明する変数として Ω aragonite 及び、濁度、SS、 NH_4^+ 、 PO_4^{3-} が選択された、その割合は Ω aragonite が最も高く 11%、ついで濁度が 7%であった。

④ 研究題目 2-1 のカウンターパートへの技術移転の状況

水質環境の測定関連機器類及び分析機器類は全て購入し、相手国への引き渡しを終了した。また基礎的な試料の処理に必要な機材類は PICRC に設置済みである。機器類の使用方法、試料の処理方法の簡易マニュアルも作成を終了した。海水化学環境の野外観測/海水分析手法をまとめたプロトコル集を作成し、PICRC/EQPB のスタッフと共有した。また PICRC/EQPB のスタッフに対して、野外観測のトレーニング、環境化学分析手法のトレーニングを実施し(図)、海洋環境モニタリング手法の技術移転をした。さらにパラオの高校生 200 人に対して、水質環境の測定の重要性や手法などのレクチャーを実施した。

2016 年度より、カウンターパートである PICRC のスタッフ一名が当研究室に修士学生として在籍しており、水質環境のモニタリング手法の基礎や分析手法、データ解析手法を 2 年間に渡って学ぶ。現在本人自らもテーマを持ち、パラオをフィールドに研究を展開中であり、今後パラオで実質的に環境モニタリングや研究を行っていく人材として成長することが期待される。



図 栄養塩測定実習の様子

図 フィールドでの環境観測実習の様子

⑤ 研究題目 2-1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開
特になし

2-2 パラオ沿岸域における気候変動（酸性化／温暖化）の現状解明および将来予測

① 研究題目2-2の研究のねらい

パラオ国は、主な二酸化炭素排出国から地理的に離れている一方で、地球規模で進行する気候変動（温暖化／酸性化）による被害を顕著に受ける海域と考えられている。本研究は、過去から現在にかけての気候変動の進行状況の実態解明とサンゴ礁への影響評価、さらに将来の影響予測をすることによって、気候変動を加味した環境保全対策への提言を行うことをねらいとする。

② 研究実施方法

1) Ngerdiluches海域にて流れ法により昼夜の炭酸化学環境動態を計測し、本海域におけるサンゴ礁群集の生産速度／石灰化速度／呼吸速度の測定を実施した。さらにパラオラグーンおよび外洋での採水および多項目水質計（AAQ）を用いた海洋観測を雨季（2014年9月、2015年10月、2016年9月）、乾季（2015年3月、2016年3月）に実施した。得られた炭酸系パラメータ（全炭酸、全アルカリ度）と現場水温、塩分を用いて平衡計算をおこない、二酸化炭素分圧（ $p\text{CO}_2$ ）やpH、炭酸カルシウム飽和度（ $\Omega_{\text{aragonite}}$ ）を算出し、全炭酸、 $p\text{CO}_2$ 、pH、 $\Omega_{\text{aragonite}}$ について長期変動傾向を解析した。また温暖化の傾向を定量的に把握するために、1940年から現在までの当該海域（北緯8度、東経134度）における表層海水温をデータベース（Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v4、NOAA、NCEI）より抽出し解析した。更に気候変動による影響を最前線で受け止めると考えられる礁嶺について、西側堡礁上のサンゴ被度が高い場所（Siaes）と低い場所（Ngerdiluchs）を選択し調査をおこなった。各礁嶺上では設定したトランセクトに沿ってサンゴ被度、地形断面を調べ、また各種センサー類を設置して、代謝に関わるパラメータ（光量子、水温、水位、流向・流速、溶存酸素、pH、等）をモニターした。またS群集代謝を計測する為、炭酸系（全炭酸・全アルカリ度）等の採水作業を実施した。

2) コロール州Nikko湾にて、周囲の海域に比較して有意に水温が高く、pHが低い海域を突きとめた。さらに本海域で実施した生物調査の結果、極めて高被度で多様性の高いサンゴ群集が生息する極めて特異な環境であることを発見した（図）。そこで本湾の特殊な環境と多様なサンゴ群集の維持機構を明らかにすることにより、将来の気候変動に対する適応策に資する科学的情報を得ることを目的に、2014年には湾内全域のpHを測定後、湾内で特に重点地点として2カ所を選択しpH／水温を連続測定し、2015年には詳細な炭酸化学環境及び物理的流動場環境の把握のため、Nikko湾内の流速を計測すると共に、全域40カ所で昼夜採水し、時空間的な炭酸化学環境を評価した。さらに2016年には湾内の底生生物群集を評価すると共に、異なる水温／pH環境を示す各地点間でのサンゴの移植実験、及び人為的に水温／pH環境を調整した環境下で飼育実験を実施した。

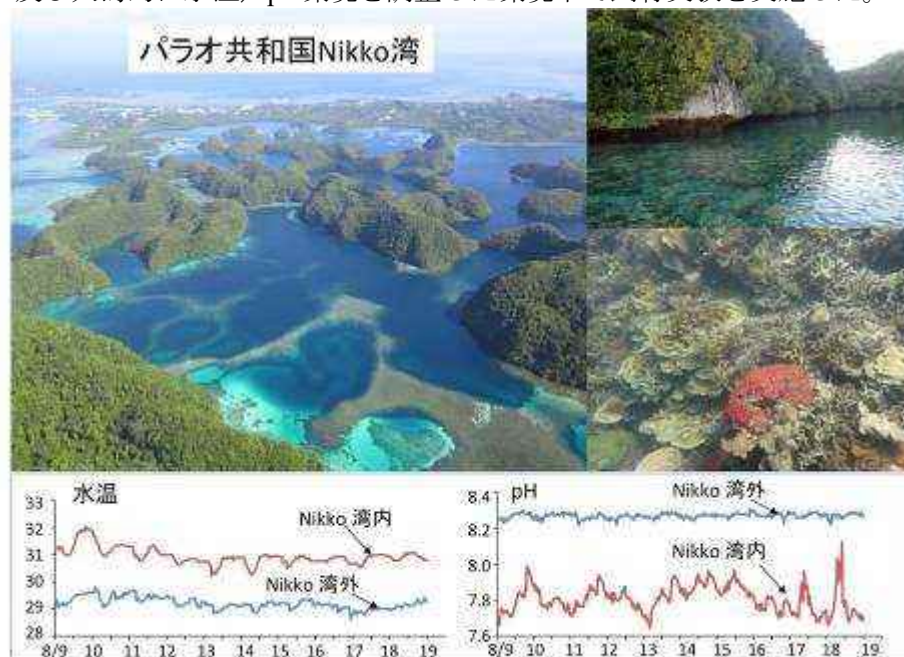


図. Nikko 湾のサンゴ群集と水質環境

③ 研究題目2-2の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

- 1) 全炭酸や $p\text{CO}_2$ 、 pH 、 $\Omega_{\text{aragonite}}$ の傾向を解析した結果、パラオ周辺海域における海洋酸性化は着実に進行しており、たとえば外洋の $p\text{CO}_2$ は一年に $2\mu\text{atm}$ 程度で上昇していることがわかった（図）。この速度は今までに報告されているハワイやバミューダ、カリブ海と比べて同程度かやや速い値である。また大気中の $p\text{CO}_2$ 増加速度と同程度である。このことから、パラオを取り巻く外洋海水は大気中 CO_2 の上昇に追従し、着実に酸性化を続けていることが示された。ラグーンの水は外洋海水より $p\text{CO}_2$ が高く、全炭酸や pH 、 $\Omega_{\text{aragonite}}$ は低くなっている。またラグーン海水も外洋同様、明瞭な酸性化傾向を示している。全炭酸や全アルカリ度の解析結果から、ラグーン海水は外洋海水がパラオサンゴ礁内に滞留する間に、造礁サンゴやその他石灰化生物による石灰化作用を受け形成されていると考えられる。さらに水温に関しても上昇する傾向が見られた（図）。
- 2) ラグーン海水の形成過程と PICRC のサンゴ被度モニタリングデータの関係性を解析し（図）、サンゴ被度に代表されるサンゴ礁生態系の健全度が炭酸系環境に与える影響を解析した結果、長期的な酸性化傾向によるサンゴ礁生物の石灰化への影響は未だ検出されず、むしろ 1998 年の大規模なサンゴ白化後、サンゴ被度が回復してきており、それに伴いサンゴ礁スケールでの石灰化も回復してきていることが示された。一方で、将来このまま気候変動に伴う温暖化や酸性化が進行し続けた場合、今世紀末までに大規模なサンゴの白化の頻発に加え、さらにはサンゴの成長速度は現在より約 40%低下すると予測された（図）。これらの成果は 2016 年 6 月に国際サンゴ礁シンポジウムで発表するとともに、国際誌へ投稿中である。

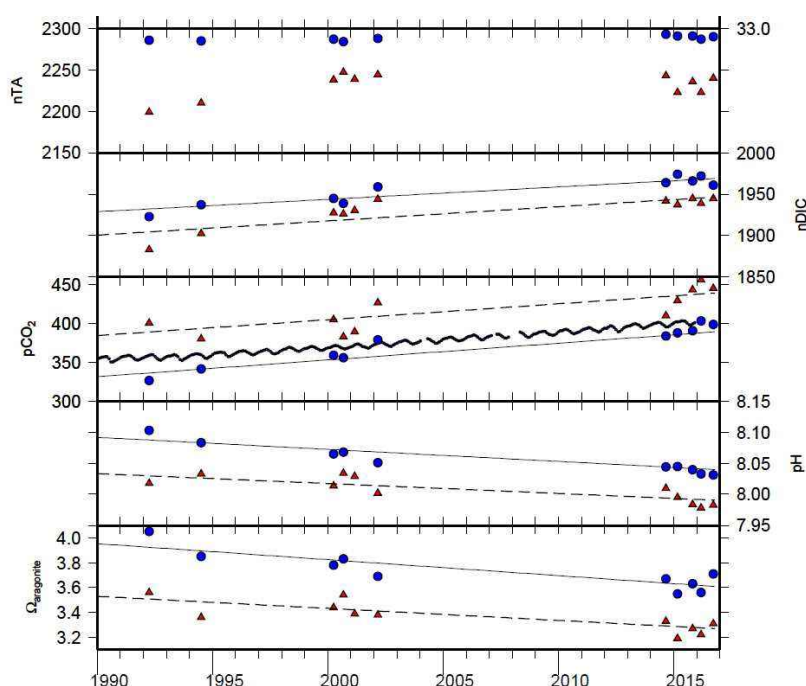


図 パラオ外洋およびラグーン海水の炭酸系の長期記録。青い丸は外洋海水を、赤い四角はラグーン海水を示す。上から全アルカリ度 (nTA)、全炭酸 (nDIC)、二酸化炭素分圧 ($p\text{CO}_2$)、 pH 、アラレイシ飽和度 ($\Omega_{\text{aragonite}}$) を示す。図中の実線および点線は、外洋およびラグーンでの長期的傾向を示す。 $p\text{CO}_2$ の図中の太線は、NOAA により Guam で実測された大気中 CO_2 濃度のデータを示す。

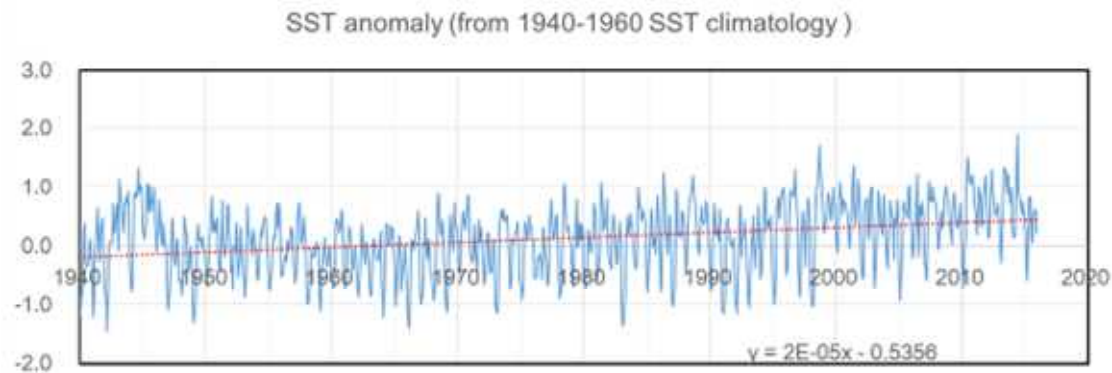


図 パラオ周辺（8°N、134°E）の表層海水温の長期記録（ERSST v4.より抽出）。1940年から1960年の平均水温（28.79℃）からの差異（アノマリー）として示す（単位は℃）。赤線は直線的上昇を仮定してフィッティングした傾向を示す。

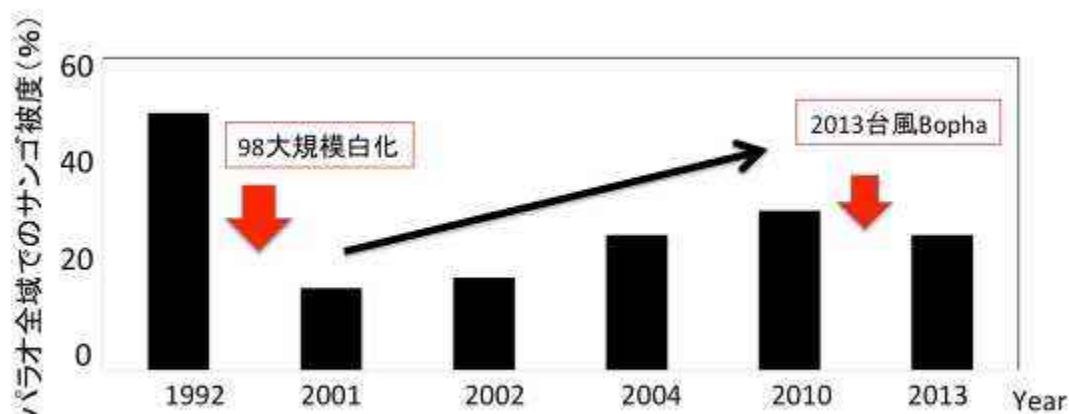


図 過去20年におたるパラオ全域におけるサンゴ被度の遷移

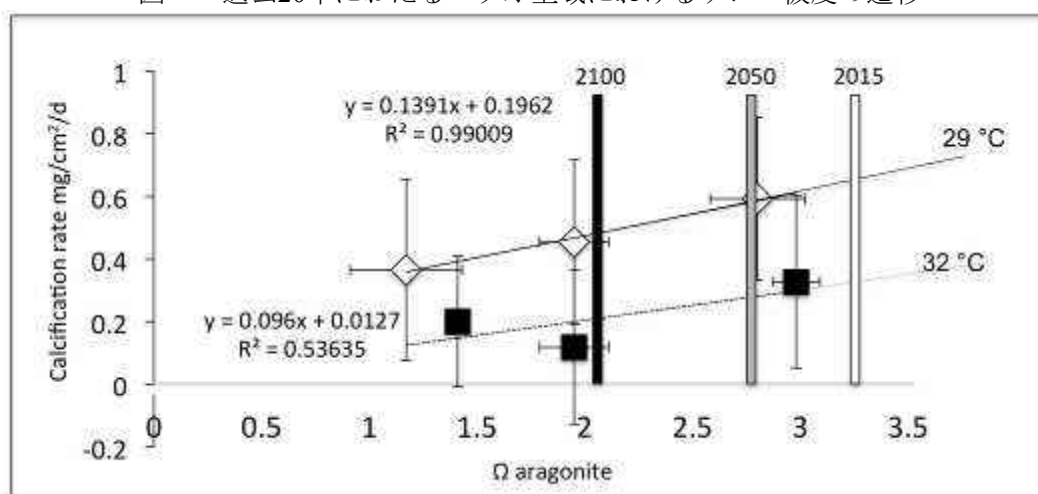


図 海水中の Ω aragoniteと水温に対するサンゴの成長速度の関係及び2050年、2100年に予測される Ω aragonite値。2100年までに Ω aragonite値が現在の3.3から2.2、水温が平均29℃から32℃に上昇した場合、サンゴの石灰化速度は現在より40%低下すると予測される。

1) 気候変動による影響を最前線で受け止めると考えられる堡礁礁原について、西側堡礁上のサンゴ被度が高い場所（Siaes）と低い場所（Ngerdiluchs）を選択し調査をおこなった。各礁嶺上では設定したトランセクトに沿ってサンゴ被度、地形断面を調べ、また各種センサー類を設置して、代謝に関わるパラメータ（光量子、水温、水位、流向・流速、溶存酸素、pH、等）をモニターした。また群集代謝を計測する為、Ngerdiluchsでは2014年9月および2015年3月に、Siaesでは2017年2月に、炭酸系（全炭酸・全アルカリ度）等の採水作業を実施した。

観測した礁原のサンゴ被度はNgerdiluchsでは平均1.2%と低い値を示したが、Siaesでは26.6%と高い値を示した。各礁原で実測した、溶存酸素の1週間の時系列を図10に示す。サンゴ被度の高いSiaesの方が溶存酸素の最高値が約0.8mg/L高く、最低値が約0.5mg/L低くなっており、結果として日周変動もサンゴ被度が高い場所で大きくなっ

ていた。これはサンゴ被度が低い方が光合成、呼吸共に活発で、故に溶存酸素の日周変動も大きくなることを示唆している。実際、石灰化速度はNgerdiluchsで $46 \text{ mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ だったのに対し、Siaesでは $300 \text{ mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ と高い値を示した。サンゴ被度の高い礁原は年間 1m^2 あたり約 11kg の炭酸カルシウムを生産しており、これがそのまま礁原に貯まり上方成長に繋がれば年間約 8mm 、100年で 80cm 成長できる計算になる。つまり被度の高い礁原は、2100年までに予測されている海面上昇最大値に近い速度で成長するポテンシャルを有しており、こうした環境を維持していくことが堡礁の機能（防波堤機能や生物多様性維持機能）を健全に保って行くためには重要であると考えられる。この成果は、2017年11月に東京工業大学で行われた日本サンゴ礁学会第20回大会にて発表された。

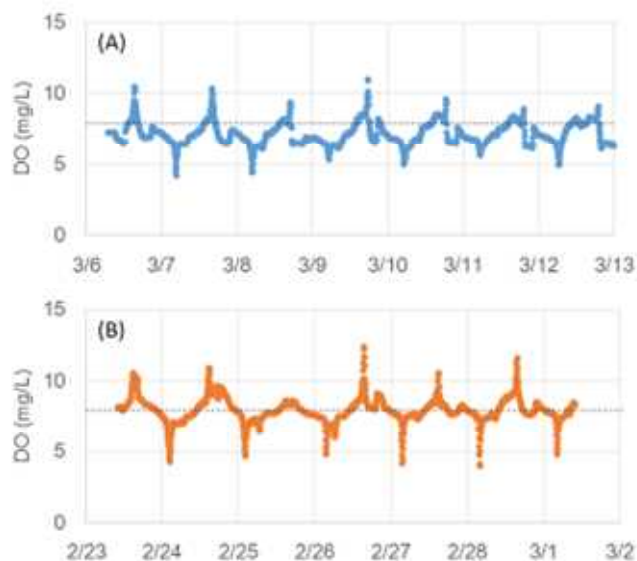


図. サンゴ被度が (A)低い礁嶺 (Ngerdiluchs)と (B)高い礁嶺 (Siaes)で観測された溶存酸素の時系列。各図中の点線は大気飽和の酸素濃度を示す。

2) Nikko湾では湾外に比較して水温環境は高く、pH環境は低いことを解明した。今年度はより詳細な海水の化学環境を評価することにより、その要因として、本湾の複雑な地形により海水の滞留時間が極めて長く（約70日間）、湾内の生物活動により海水のアルカリ度が低く維持されていることが一つの要因である可能性が示唆された（図）。これら成果の一部は論文として国際誌に掲載された（Golbuu et al, 2016）。

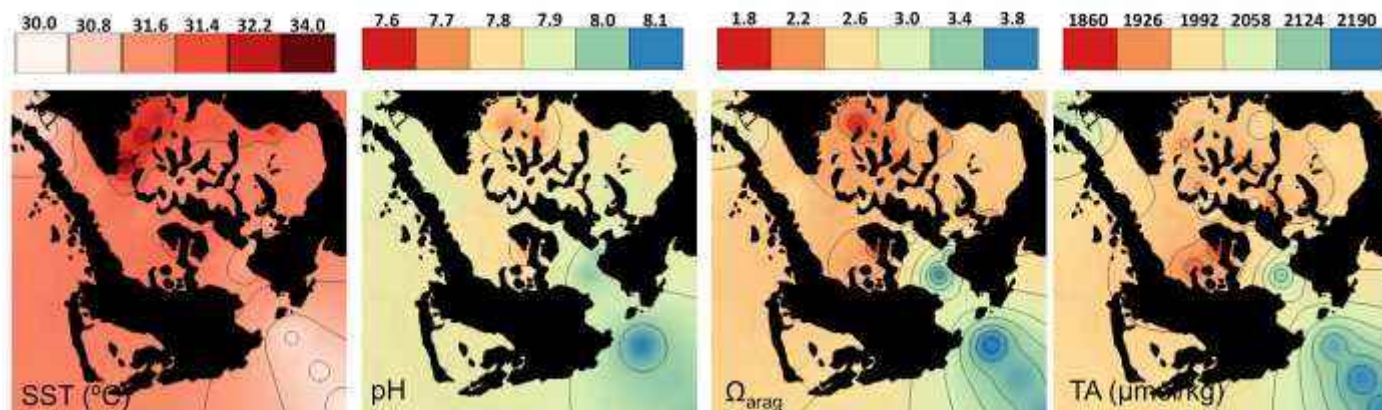


図.Nikko湾内の水温、pH、 $\Omega_{\text{aragonite}}$ 、アルカリ度の分布。湾内では湾外に比較して、水温は高く、pH、 $\Omega_{\text{aragonite}}$ 及びアルカリ度は低く保たれている。

また移植実験より、元々低pH環境を示す地点 (N5) に生息するサンゴは他の地点 (M1)のサンゴよりも低pH環境に対して耐性が高く、低pH環境に曝された際より高い石灰化速度を示すことから、本湾のサンゴは低pH環境に対して適応している可能性が示唆された(図)。しかし、湾内外でのサンゴの加入量を評価した結果、湾内のサンゴ被度は70-80%と湾外 (30-40%) よりも有意に高いにもかかわらず、稚サンゴの加入量は湾外に比較して有意に低いことが新たに分かった（図）。これら研究成果は、国際学会（2016年5月オーストラリアのbartで開催されたHigh-CO2-Worldならびに2017年5月に千葉の幕張で開催された国際学会JPGU-AGU学会）、さらには東工大学にて2017年11月に開催された日本サンゴ礁学会で発表するとともに、国際誌へ投稿した。

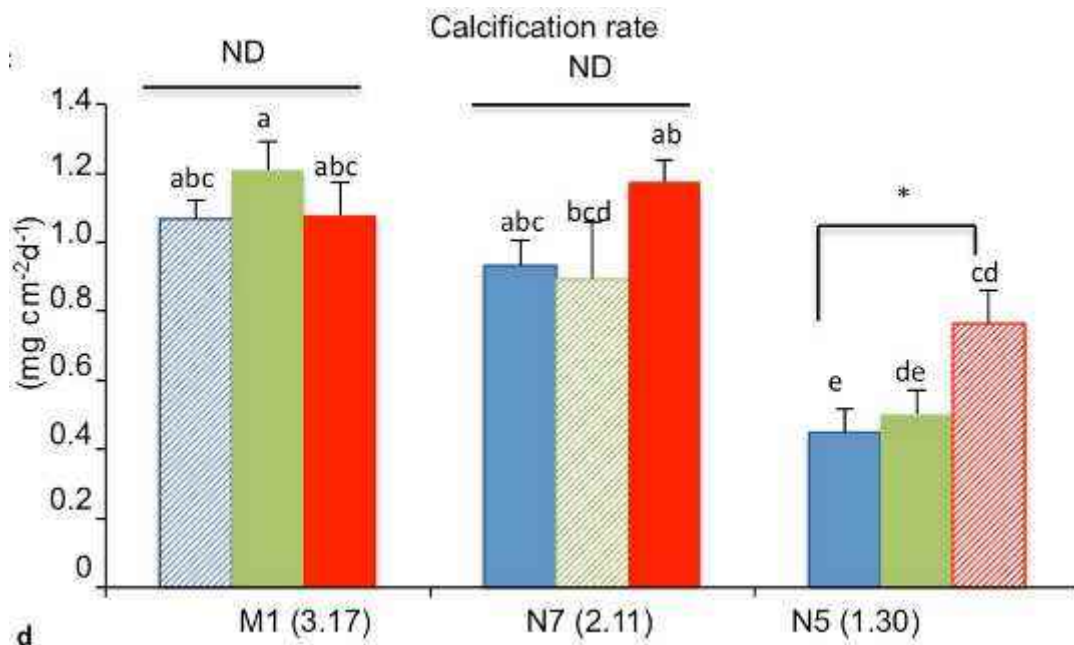


図. 湾内 (N5 : 赤, N7 : 緑) 及び湾外 (M1 : 青) に生息するサンゴを各地点へ移植した際の石灰化速度。最も pH 及びアラゴナイト飽和度が低い値を示す地点 N5 (Ω aragonite : 1.5) のサンゴは低 pH 環境 (N5) に移植された場合、よりアラゴナイト飽和度が高い他の地点 (N7: Ω aragonite : 2.1, M1: Ω aragonite : 3.1) のサンゴより高い石灰化速度を示すことが明らかとなった。

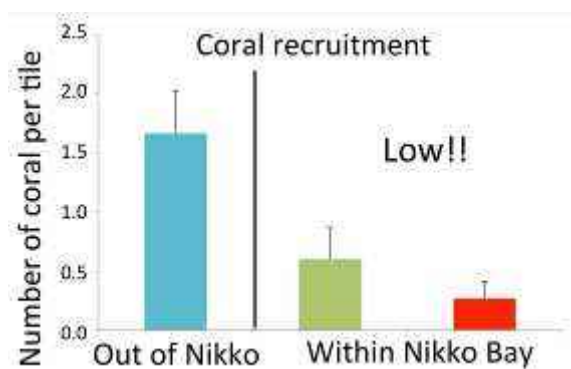


図. 湾内 (N5 : 赤, N7 : 緑) 及び湾外 (N1 : 青) に着底版を設置した際の着底版あたりの稚サンゴ数。湾内のサンゴの加入量は湾外に比較して有意に低いことが明らかとなった。

これら研究から、パラオサンゴ礁は他のサンゴ礁海域に比較して、レジリエンスが高く撓乱からの回復能力が高いことが示唆された。その要因としては、陸域からの環境負荷が他の海域に比べて低く、栄養塩や濁度が低く保たれていることが要因と考えられる。しかし、地球規模で進行する温暖化や酸性化によるストレスは本海域においても進行しており、栄養塩や濁度が現状の水準で推移したとしてもサンゴの成長速度は今世紀末までに約 40% 低下し、サンゴの大規模白化が頻発する可能性が示された。従って、今後さらなる地域レベルでの環境対策が欠かせないと考えられる。

一方で、パラオには Nikko 湾のように水温や CO_2 が高いにも関わらず、多様な生物が生息する世界的に見ても極めて特異な環境を有する環境が存在することも明らかとなった。本湾の生物は、長期にわたり本湾の環境に適応した生物が進化しており、特に今後気候変動によって予測される高水温、高 CO_2 環境に適応した生物が生息する可能性が示唆され、気候変動に対するレフュージアとしての役割を果たすことが期待される。一方で本湾のサンゴの新規加入率が低いことから、本生態系は一度崩壊した場合は、元に戻るのに非常に長い時間がかかることが想定され、撓乱には脆弱な海域であることが示唆された。本研究の成果は、ローカルコミュニティミーティング (図14) の開催やラジオ放送、シンポジウム開催などを通して、パラオ及び Ngermirik 州に対して本海域の重要性を示すとともに、本海域における MPA の設置を行う政策提言を示した。また本研究内容はパラオでも高く注目さ

れ、新聞でもその内容が報道された（Island Times紙 “Palau’s Nikko Bay corals thrive in acidic environment” 2016年6月10日）。



図 Ngermid集落でのローカルコミュニティーミーティングの様子



図 ローカルコミュニティーミーティングの様子

④研究題目2-2のカウンターパートへの技術移転の状況

気候変動研究に関連する測定関連機器類は全て購入し、相手国へと引き渡しを終了した(図)。さらに酸性化、温暖化実験システムをPICRCに構築した。また屋外、屋内での実験に関連する機材類、飼育実験関連システムを構築し、カウンターパートへの引き渡しを終了した。



図. PICRC に設置された酸性化実験装置。上左図：CO2 制御装置、上右図：屋外での酸性化、温暖化水槽実験の様子、下図：屋内でのサンゴ代謝実験の様子

⑤研究題目 2-2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

2016 年度より、本研究に関わる発展的な研究内容を元にした予算を日本国内の科学研究費補助金(基盤研究、海外 B)として取得した。また 2017 年度にはカウンターパートの Golbuu 氏による研究予算の取得がなされた。さらに、2017 年 10 月にモナコで開催が予定されているサンゴ礁島嶼域での酸性化研究に関する国際シンポジウム [Workshop on the Environmental, Social and Economic Impacts of Ocean Acidification]へ栗原及び Golbuu 氏の招聘が決定した。

2-3 住民や観光客などの活動に伴う陸域から沿岸水質への影響評価

① 研究題目 2-3 のねらい

地球規模での環境影響に加え、パラオ住民や観光客による社会活動に伴う陸から海域への影響が懸念される。その一つとして下水排出による影響が挙げられる。人口の約 60% が住むコロール州の下水は全てマラカル湾岸の下水処理施設で処理された後、マラカル湾の水深 20m 付近より排出されている(図)。しかし下水処理施設の老朽化、さらに急激な観光客の増加により、未処理の下水がマラカル湾へ持続的に排出されており、湾内生態系への影響が懸念される。そこで、本研究では本湾内の水質環境及び生物環境を明らかにすることにより、下水排出の影響の評価と共に将来予測を実施することを目的とする。

また一方で、これまでコロール州に人口が集中していたが、約 10 年前にパラオ共和国の最大の島であるバベルダオブ島を一周するコンパクトロードが完成した。これにより、バベルダオブ島での生活が便利になる一方で、島の開発が進みつつある。この開発を受けて、陸域から海域への土砂流出による影響が懸念されている。そこで本研究では、バベルダオブ島の最も南側に位置し、コロール州に近いことから、開発が進行しつつあるアイライ州の Ngerikill 川流域を対象に、陸域から海域への土砂流出による影響を評価することを目的とする。

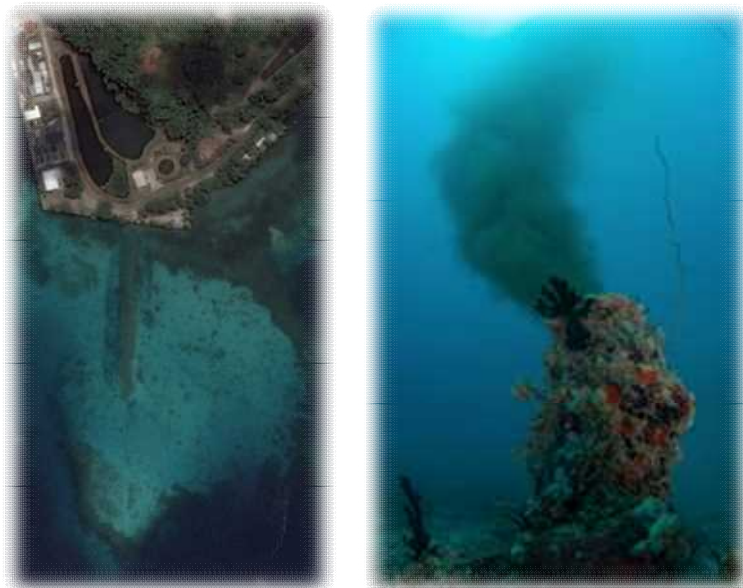


図 マラカル湾における下水の排出の写真。左図：Malakal 湾での排水のパイプの航空写真、右図：水中での排水の様子 (Sparky 氏提供)

②研究実施方法

1) 下水排出による影響

Malakal 湾における下水排出による湾内への影響評価のため、全 34 地点より海水の採水を実施した。採取された海水の栄養塩、SS および懸濁態有機炭素／窒素同位体比の分析を実施した。さらに、生物影響を評価するため、湾内 9 カ所で、ベントス群集の調査とオニヒトデの個体群調査を実施した。さらに、マラカル湾に排出された下水がマラカル湾内外に移流拡散し、どのぐらいの範囲やレベルで生態系に影響を与えるかを定量的に評価するために、多重ネスティング三次元流動モデルの開発に着手した。三次元流動モデルのインプットデータとして最も重要となる高解像度の海底地形データを作成するために、Google Earth の衛星画像やその他の観測データを用いて、昨年度までに入手した地形データの空白地帯の補完およびそのための手法開発を行った。また、流動モデルのポイントソースデータとしてインプットするために、マラカル湾の下水排出口で流速計を用いた流量計測を実施した。また、下水の影響を特に受けていると考えられる排出近傍地点 (Sewer point) と離れた地点 (Control point) のサンゴの成長速度や生理的状態の評価を行った。

2) 陸域影響

2015 年 11 月より開始したバベルダオブ島 Ngerikill 川での濁度、水位計測を継続して行った（図の Sensor deployment という地点）。また 2016 年より Ngerikill 川流域に雨量計を設置し、PICRC に既設の雨量計とともに雨量の計測を始めた（図の Rain gauge という地点）。2016 年 3 月より Ngerikill 川河口の Airai 湾 3 か所に設置していた塩分計は 2017 年 3 月上旬まで計測を続け、約 1 年間のデータを取得した。Airai 湾では定期的に採水および多項目水質計 AAQ を用いた観測を実施した。2016 年 9 月には Airai 湾の河口付近から湾口に掛けての 5 地点（図 15 の Site1～5）で、サンゴ被度の簡易調査を実施した。

陸域の土地開発がサンゴ礁に及ぼす影響を評価するため、過去の土砂流入量を復元することを目的に年輪を刻む塊状の *Porites* 属から柱状のコア試料を Airai 湾 5 箇所で 12 本採取した。塊状サンゴの骨格は、炭酸塩(CaCO_3)を沈着形成しながら、年間約 1.2cm 程度成長する。またサンゴ骨格の同位体比・元素組成は、骨格形成当時の海洋環境を反映している。例えば、酸素安定同位体比($\delta^{18}\text{O}$)は海水温と塩分を記録している。そのため、季節的な海水温や塩分較差が大きい海域では、骨格の $\delta^{18}\text{O}$ 計測値で骨格形成年代を決定することが可能である。一方で、バリウム(Ba)はカルシウム(Ca)と同じアルカリ土類金属でイオン半径が近いため、Ca の代わりに固溶体として骨格に取り込まれやすい。河口域では、Ba は主に陸域から懸濁物質や表面錯体として供給される。そのため、河口域に生息するサンゴの骨格中 Ba/Ca 比は土砂流入量を記録していると考えられている。そこで本研究では、2016 年 3 月に柱状のサンゴコア試料を採取した。本年度は、採取したサンゴ骨格の $\delta^{18}\text{O}$ と Ba/Ca 比に着目し、以下の作業を実施する。(a) 柱状サンゴコア試料をコンピュータ断層撮影方法(CT)または 2 次元軟 X 線画像により骨格密度バンドを確認する、(b)柱状サンゴコア試料を板状化する、(c)板状試料の保存性を確認する、(d)板状試料から粉末試料を採取する、(e) 粉末試料の $\delta^{18}\text{O}$ 測定値と骨格密度バンドの比較により骨格形成年代を検討する、(f) 骨格の元素組成 (特に Ba/Ca 比)を計測する、(g) 海水の Ba/Ca 比を採水する、(h) 近年の土砂流入量とサンゴ骨格中の Ba/Ca 比を比較する。



図. パラオ Airai 湾におけるサンゴコアの採集及び各種センサーの設置地点

③研究題目 2-3 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

1) 下水排出による影響

Malakal 湾内の表層の栄養塩／クロロフィル量は下水排出から同心円状に高濃度の海水が分布する一方で、底層では湾の東側(AP2 地点)に高濃度の栄養塩が滞留している可能性が示唆された（図）。栄養塩濃度は下水の排出が開始された 20 年前の値に比較すると既に 2 倍量増加していることが明らかとなった。またベントスの被度と群集調査の結果、湾内のサンゴ被度は場所によって大きく異なり、下水排出付近ではそれほど大きな影響が見られなかった一方で、湾東側の底層でみられた高濃度の栄養塩が滞留している海域でサンゴの被度が低く、海藻の被度が高いことが判明した。さらにオニヒトデの個体数は下水排出付近で極めて高く、既に閾値(200 個体/Km²)を超えていることが判明した(図)。

下水排出近傍（Sewer 図 AP3）及び対照地点（下水排出地点から 500m 離れた地点:図 AP4）とではベントスの群集組成には大きな違いは無いことが明らかになった。一方で、下水排出近傍（Sewer）及び対照地点では水柱の懸濁粒子の量が有意に異なっており、下水排出地点に近いほど高く、離れるに従って低下すること（図）、さらに同水深での光量は Sewer から離れると増加することが明らかとなった。さらに各地点のサンゴ *Porites cylindrica* を移植し、その成長速度を評価した結果、対照地点から採集したサンゴを下水排出地点に移植すると、その成長速度が低下し、一方で、下水排出地点のサンゴを対照地点に移植すると、その成長速度が有意に増加することが明らかとなった（図）。これら結果より、下水の排出による濁度の増加による光量の低下や堆積物量の増加により、サンゴの成長速度へ負の影響をもたらしている可能性が示唆された。本研究の成果は 2017 年 11 月に琉球大学にて開催された国際学会 RETI、さらには東工大学にて 2017 年 11 月に開催された日本サンゴ礁学会で発表した。また本研究内容の重要性が認められ、現地新聞でもその内容が報道がされた（Island Times 紙 “PICRC and University of Ryukyus begin research on COTS” 2015 年 9 月 15 日）。

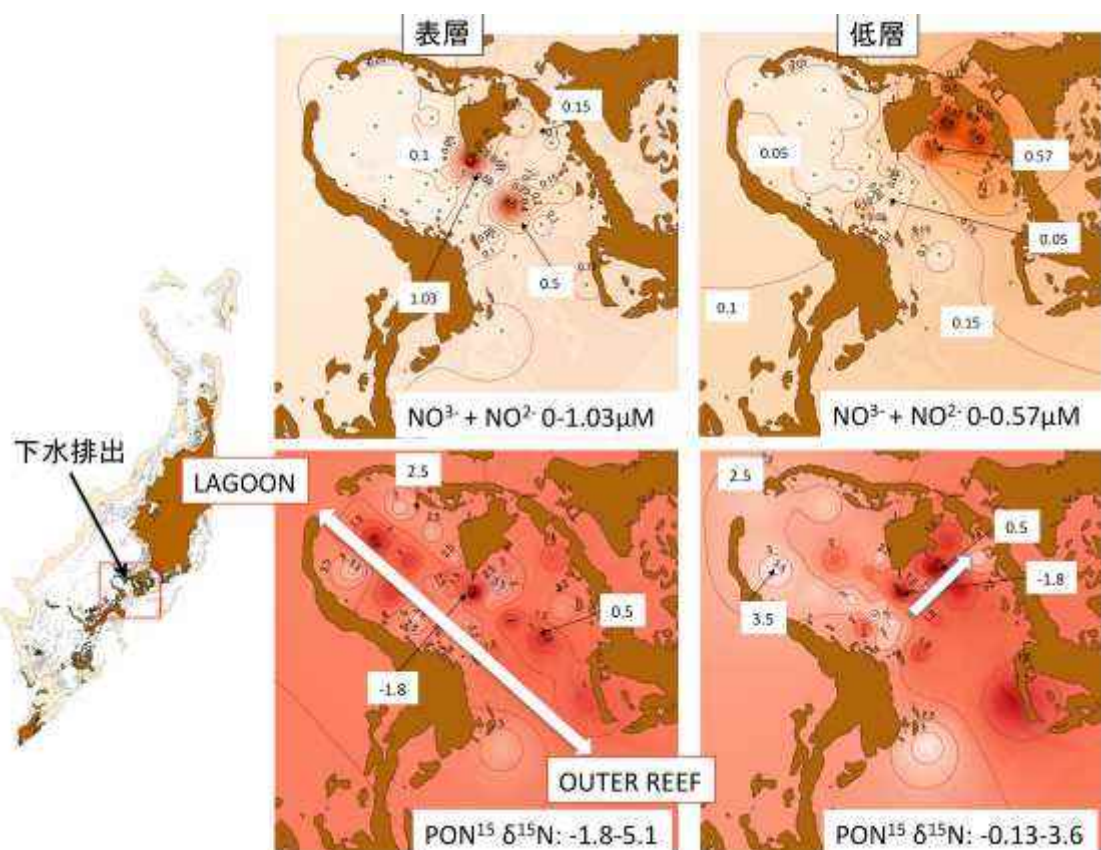
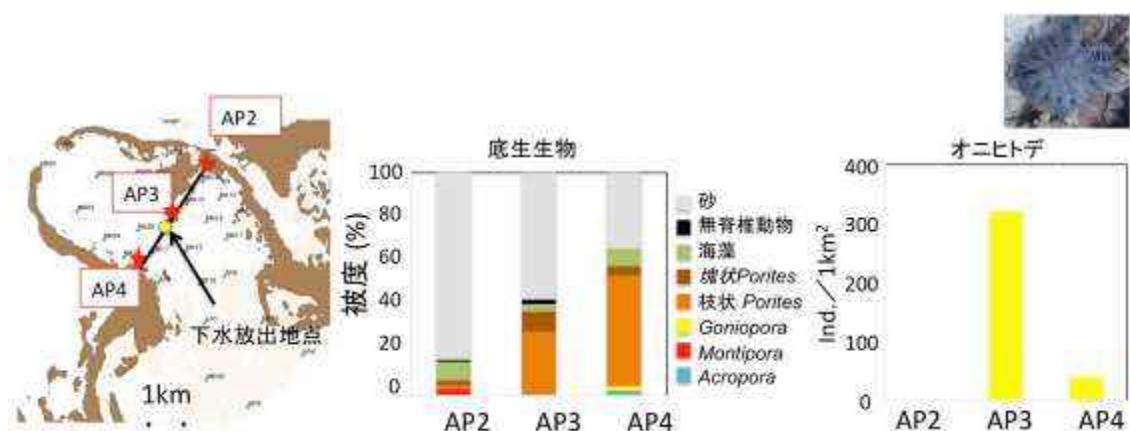


図 マラカル湾における表層及び低層での栄養塩と懸濁態全窒素安定同位体比の分布(2014 年 11 月 20-22)



図マラカル湾における底生生物の群集被度及びオニヒトデの個体数密度

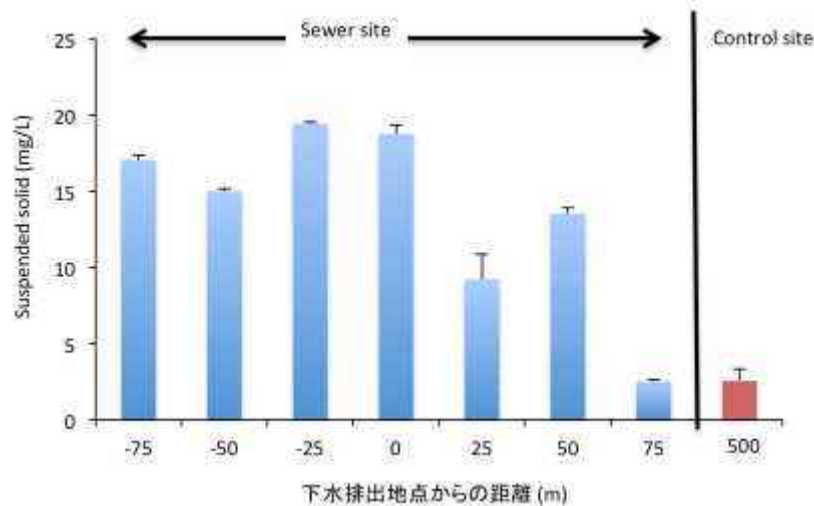


図 下水排出から東西方向にそれぞれ 25m おきの地点(Sewer site)及び 500m 離れた対照地点 (Control site) での水柱の懸濁物質の量. 下水排出地点から離れるに従って、懸濁物質の量が低下することが明らかとなった。

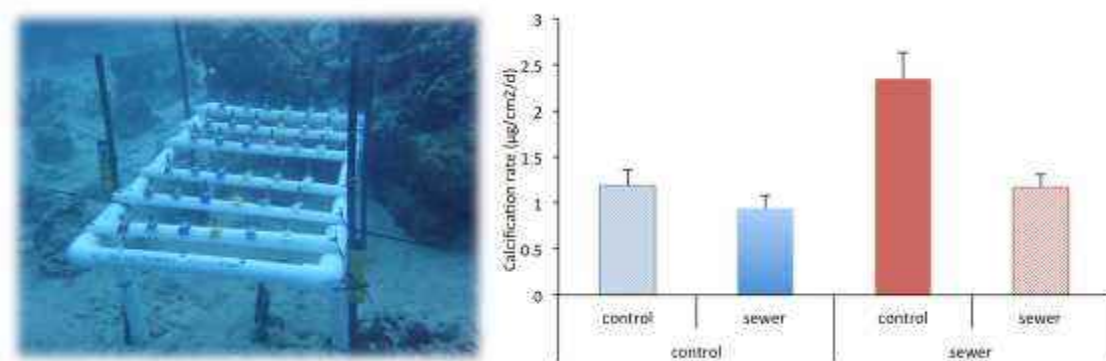


図 下水排出地点から 500m 離れた対照地点 (Control site : 図左 2 本のグラフ) 及び下水排出(Sewer site : 図右 2 本のグラフ) からそれぞれ採集したサンゴを、各地点に移植した際の成長速度。

2) 陸域影響

Ngerikill 川で観測された濁度および水位の結果を図 20 に示す。観測地点は潮汐の影響を受け水位が大きく変動している様子が明瞭だが、それと共に水位が 3 月（乾季）から 9 月（雨季）に掛けて約 0.5m 上昇し、その後翌年の 1 月に掛けて 0.4m 程減少していることが分かる。またこの期間に、濁度が 200NTU を超える出水が計 12 回観測されている（4 月 1 回、5 月 2 回、6 月 2 回、8 月 1 回、9 月 1 回、10 月 3 回、12 月 1 回、1 月 1 回）。ほぼ毎月 1 回から 3 回程度の出水が見られている。

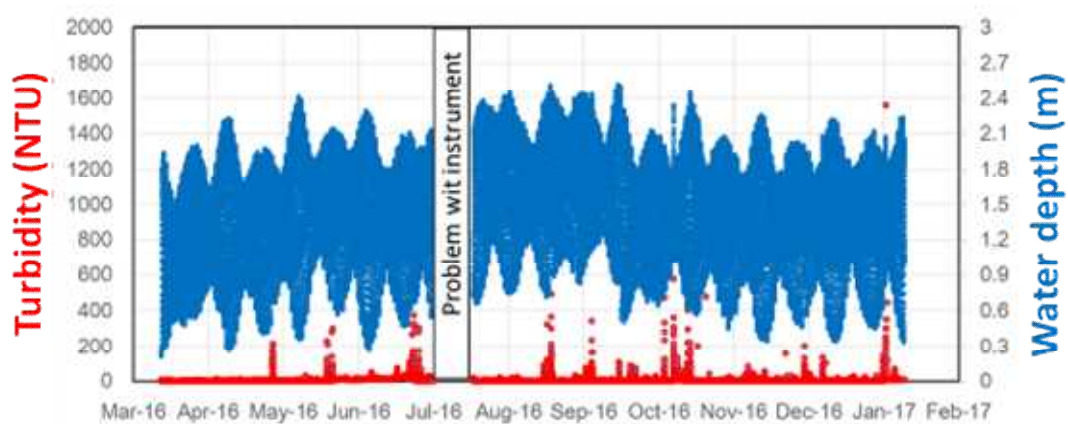


図. Ngerikill 川で観測された濁度および水位（2016 年 3 月～2017 年 1 月）。

図には Airai 湾内の多項目水質計 (AAQ) 観測地点と観測された濁度の鉛直分布を示す。濁度は湾中央部の St.04 付近までは 4FTU 以上と高めだが、St.04 を境に湾口に向かって減少している。サンゴの簡易観測結果でも湾奥の

Site1,3 (ST-03) まではほぼ塊状の *Porites* のみが被度 10%程度で分布していたが、Site4(ST-04)から湾口(ST-06)に掛けては塊状 *Porites* に加え枝状のハマサンゴやその他のサンゴも被度 15-35%で見られており、濁度の分布と良く一致していた。Site4 で見られる程度の濁度や栄養塩濃度を維持することが、将来に掛けてもサンゴの被度を保つために重要と考えられる。

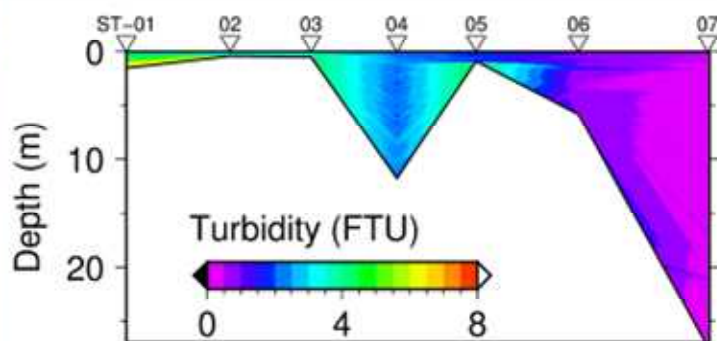
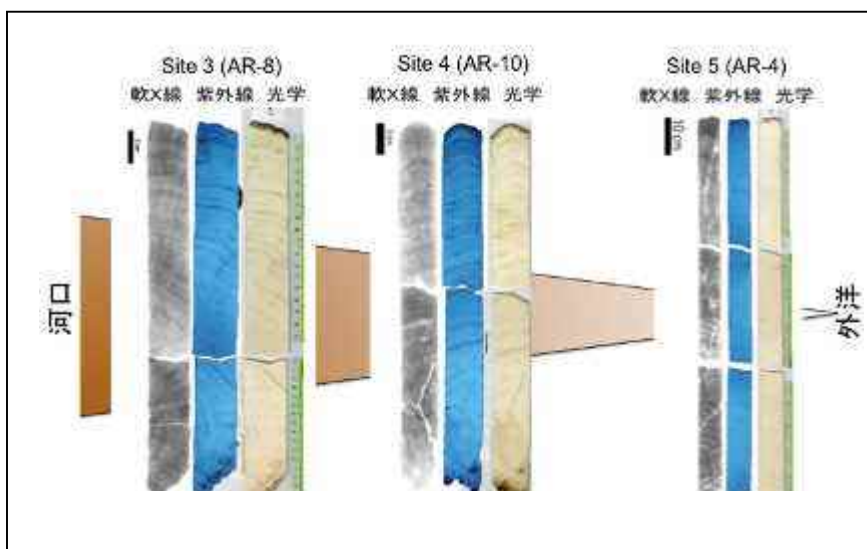


図. Airai 湾の AAQ 観測地点 (左図、St.01~07) と観測結果の一例 (濁度)

以下、各成果を 3 つのカテゴリーにまとめて報告する。

① サンゴコアの状態と保存性

CT または軟 X 線画像により骨格密度バンドを確認した (図)。その結果、パラオのサンゴコアを用いた先行研究結果とは異なり、河口付近に生息していたサンゴに明瞭な高低密度バンド対が存在していなかったことが解った。一方で、最も外洋に近いサンゴコアでは、明瞭ではないが高低密度バンド対が存在していた。そこで、年代軸を挿入するため、比較的長尺であるサンゴコア (Site 3, 4, 5) を板状にした。なお、Site 3 のサンゴ骨格の電子顕微鏡画像を取得したところ、骨格の溶解が若干確認できた。これは、Site 3 のサンゴ骨格の同位体・元素組成は形成当時の情報を保存していない可能性を示唆する。



② 骨格形成年代の設定に関する基礎研究

サンゴ骨格の形成年代は、一般的に高低密度バンド 1 対が 1 年で形成されると仮定して推定する。この仮定を本研究域で例証するため、Site 3, 4, 5 で採取したサンゴコアの $\delta^{18}\text{O}$ を、約 1-2 ヶ月時間分解能で数年分計測した。その結果、雨期・乾期に対応する可能性がある 1-2cm 毎の明瞭な周期性は検出できなかった。

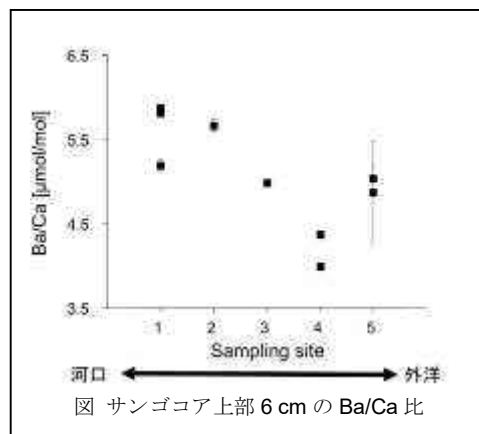


図 サンゴコア上部 6 cm の Ba/Ca 比

③ サンゴ骨格の Ba/Ca 比

Airai 湾 5 箇所で採取した 12 個のサンゴコア試料を、成長最前面から 6cm 程度までの表面をデンタルドリルで粉末化し、その Ba/Ca 比を測定した (図)。その結果、河口から外洋に向かって Ba/Ca 比が減少し、土砂堆積量の空間分布と概ね傾向が一致した (Golbuu *et al.*, 2003)。これ

は、サンゴ骨格の Ba/Ca 比が土砂流入量を記録している可能性を示唆する。さらに Ba/Ca 比が土砂流入量を記録していることを立証するため、今後定期採水した試水の Ba/Ca 比や、各箇所で計測されている土砂堆積量などと比較していく。

同時に、Site5(Ar-4)のサンゴ骨格を高・低密度バンド部位に着目し、成長最前部からコア下部に沿って Ba/Ca 比を計測した(図)。年代軸を高・低密度バンド 1 対で 1 年として、また年間骨格伸長量を約 1.2mm と仮定して年代軸を挿入した。その結果、両骨格形成年代は相似した。これは、密度バンド対での骨格形成年代の挿入が可能であることを示唆する。

次に骨格形成年代を高・低密度バンド 1 対を 1 年で形成したと仮定し、サンゴ骨格中 Ba/Ca 比の変遷史を検討した。その結果、空港開発(1978-1982)や、その後の土地開発時期(1997 年以降)に Ba/Ca 比が上昇していた (土地開発史は Golbuu *et al.*, 2003 を参照)。一方で、1960-1970 年代に高い Ba/Ca 比が見られたが、その時期に該当する土地開発史は現在のところ明らかになっていない。

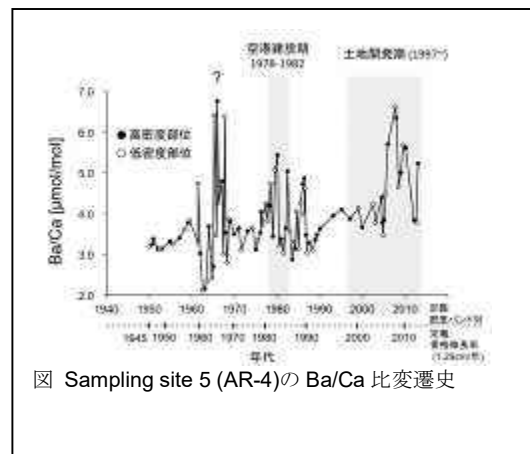


図 Sampling site 5 (AR-4)の Ba/Ca 比変遷史

これら研究成果より、下水の排出設備などのインフラ整備が観光客の急激な増加などの変化に迫いついておらず、未処理の下水がサンゴ礁海域に排出されており、その結果、湾内の栄養塩や有機物量の負荷となっていることが明らかとなった。その結果、オニヒトデの個体数の増加や、光量の低下により底生生物への影響が現れつつある。従って、早急な排水設備などのインフラ整備による栄養塩量と有機物量の軽減、マラカル湾の環境モニタリングの実施及び環境基準の整備の必要性が提言される。加えて、近年のアイライ地区での陸域開発にともない、出水の度にアイライ湾への土砂の顕著な流入が見られ、サンゴの群集組成に影響を与えていることが明らかとなった。さらに新たに今回 Ba/Ca 分析を取り入れることにより、現在から過去の土砂流出の履歴がサンゴの骨格に刻まれていることが明らかとなったことから、過去の土地開発と海域への影響の評価が可能となった。これらの結果より、パラオ海域の保全には、早急な土地開発計画や農地開発計画の策定と対策が必須であることが提言される。本研究の成果は東工大学にて 2017 年 11 月に開催された日本サンゴ礁学会で発表した。

④研究題目 2-3 のカウンターパートへの技術移転の状況

マラカル湾における調査は、現在琉球大学の当研究室に留学中の PICRC スタッフ (Evelyn Otto) が主体的に行っており、調査を通して関連する測定、分析、データ解析技術を取得している。パラオ人によるパラオでの研究の実施や修士号の取得はパラオの若い人に大きな励みとなっており、報道や Evelyn 氏のラジオの出演により注目されている (Island Times 紙 “PICRC researcher Evelyn Otto has returned to continue her Masters research” 2017 年 10 月 6 日)。またこれら取得データは全て PICRC あるいはパラオの水質環境対策の実施している EQPB と共有する。

⑤研究題目 2-3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開 特になし

4. 環境負荷によるサンゴ礁島嶼生態系サービスへの影響評価

① 研究題目2-4の研究のねらい

サンゴ礁は台風時の高波を防ぎ海岸の居住地を護る防災機能を持っている。また、サンゴ礁は水産資源を人々に提供し、サンゴ礁堆積物は島の形成には欠かすことができない。パラオの東海岸では日本統治時代に内陸部から沿岸部へと居住地域が移動し、現在も海拔数メートルの低地に人々が住んでいる。これまではサンゴ礁が持つ防災機能によって、集落は護られていたが、今後の気候変動に伴う海面上昇と強大化台風によって、波浪災害リスクは増加することが懸念される。今後の高波に備えてコンクリート製の防波堤と防潮堤を設置すると、防災の機能は持つが、水産資源や国土形成、社会・文化活動などが衰退すると懸念される。また、膨大な建設費が必要となる。そのため、サンゴ礁生態系を維持・活用しながら防災対策と水産・社会・文化活動を維持していくことが必要不可欠である。しかしながら、サンゴ礁が持つ防災機能の定量的な知見は極めて乏しく、具体的な対策案を提示出来ていない。さらに、サンゴ礁を形成する造礁サンゴが地球環境変動（例えば、高水温）と人間活動（例えば、土砂流出）の影響を受けつつあるため、防災機能が低下している懸念がある。そこで、本研究のねらいは次の4つである。（1）サンゴ礁が持つ現在の防災機能（とくに防波堤機能と防潮堤機能）を定量的に算出すること。（2）将来の台風および海面上昇の影響によってそれらの機能の変化を予測すること。（3）将来において防災機能を維持するために必要なサンゴの種類とサンゴ礁の量を推定すること。（4）将来の防災機能を担うサンゴの現在の分布状況を解明し、必要に応じた対策案を提示すること。

②研究実施方法

本研究を達成するためには、次の点を実施する。

（1）現在の防波堤機能と防潮堤機能の定量的算出。調査地域はBabeldaob島東海岸のMelekeok サンゴ礁を対象とする。防波堤機能の指標として波高減衰率（外洋の波高に対する礁池の波高の割合）に注目する。防潮堤機能の指標は海岸線付近の水位とする。これらの値は数値波動水路（CADMAS-SURF, 沿岸開発技術研究センター 2001）を用いて算出する。計算には現在の地形データおよび入射波データを用いる。

（2）将来の台風および海面上昇の影響による防波堤・防潮堤機能の変化予測。21世紀末を対象として海面上昇および台風強度の増加を考慮した波高減衰率および水位の変化を算出する。これらの値の算出には（1）と同様に数値波動水路を用いる。計算には将来の仮想地形データおよび仮想入射波データを用いる。IPCC第5次報告書の予測にしたがって21世紀末の海面上昇量は0.24—0.98mとした（Church et al. 2013）。台風強度の増加は波浪の増加として入射波に反映させた。具体的には有義波高を8.70—11.0mとし、有義波周期を13.0—15.0sとした。また、サンゴ礁形成の有無による防波堤・防潮堤機能の変化を評価するために、健全なサンゴ礁の上方成長量を海面上昇量と同じとし、衰退したサンゴ礁は現在と変わらないとした。このサンゴ礁の成長量は礁斜面上部から礁嶺の地形の変化として計算に取り入れた。

（3）将来において防波堤機能と防潮堤機能を維持するために必要なサンゴの種類とサンゴ礁の量の推定。地質試料（掘削コア試料）の解析によって、サンゴ礁形成速度および造礁生物の群集データを基に21世紀末に必要なサンゴの種類とサンゴ礁の量を推定する。その際、将来の気候変動シナリオ（とくに、海面上昇および台風強度増加）にあわせて推定を行なう。

（4）将来において防波堤機能と防潮堤機能を担うサンゴの現在の分布状況の解明と対策案の提示。（3）の知見を基に、Melekeok サンゴ礁および主要な場所における現在の造礁サンゴの分布状況を明らかにする。さらに、これまでのモニタリングサイトの知見を活用し、パラオ共和国全体での分布状況を把握する。そして、それら場所が自然環境保護区から外れているか判断し、必要に応じて生息場の重要性を提示する。

③研究題目2-4の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

H28年度は以下の点について研究を進めた。

（1）現在の防波堤機能と防潮堤機能の定量的算出。2012年にパラオに來襲したTyphoon Bopha（有義波高8.70m, 有義波周期13.0秒）の影響を現在の防波堤機能の基準として波高減衰率を算出したところ、Melekeok サンゴ礁の波高減衰率は87.9%であった。この時の礁池の波高は1.05mであった。世界のサンゴ礁の平均的な波高減衰率が84%であるので（Ferarario et al. 2014）、Melekeok サンゴ礁の防波堤機能はやや高いといえる。同様にTyphoon Bophaの波浪を基準として現在の防潮堤機能を評価したところ、海岸での平均水位は2.10mになり、最大水位は3mを超えることが明らかとなった。集落の海拔高度は3m程度であるため、高水位時に浸水することになる。集落の住民に聞き取りをしたところ、2012年のTyphoon Bopha時には道路が浸水したとの報告がある。

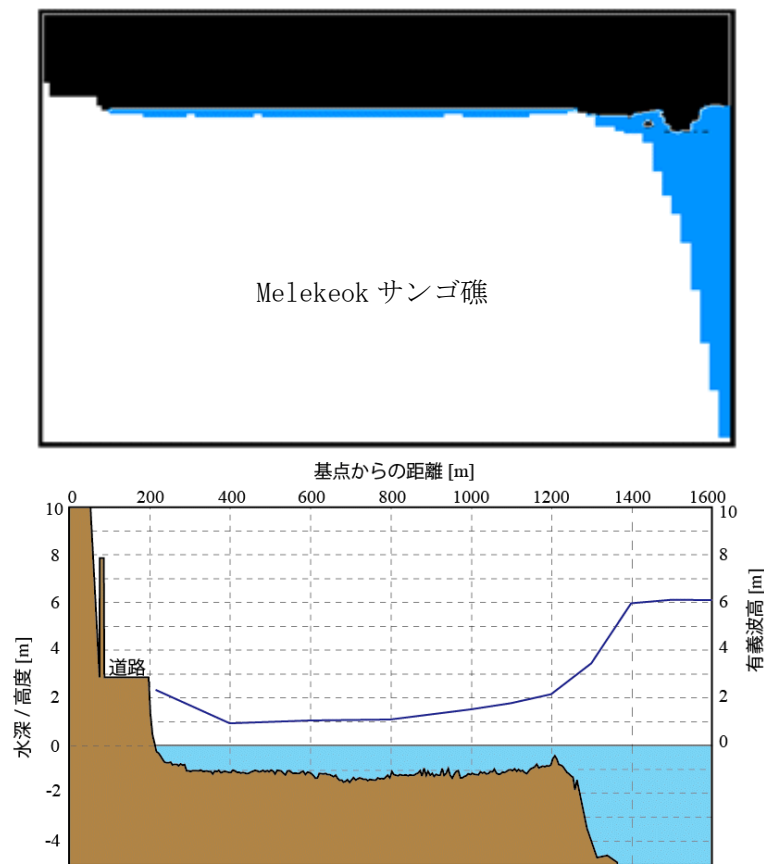


図. 計算結果のアニメーション画像（上）と Typhoon Bopha を想定した有義波高の計算結果（下）. 外洋からの入射波は礁斜面上部から礁嶺部で砕波し，礁池および海岸の有義波高は 1—2m 程度になる．

(2) 将来の台風および海面上昇の影響による防波堤・防潮堤機能の変化予測. 112 ケースのシナリオについて計算をおこなったところ，もし，サンゴ礁の形成が停止していたならば，波高減衰率は 80.5%まで低下することが明らかとなった．この時の礁池の波高は 2.14m となる．一方，サンゴ礁が海面上昇に対応して上方成長していれば，波高減衰率は 84.5%に増加し，この時の礁池の波高は 1.70m に低下する．つまり，サンゴ礁の形成によって 0.44m の防波効果があることが明らかとなった．一方，海岸での水位は，最大で 3.51m に達することが明らかとなった．また，この時のサンゴ礁形成の有無による水位差は 6cm 程度であることが明らかとなった．つまり，サンゴ礁の形成は防潮堤機能にはそれほど影響を及ぼさないことが明らかとなった．一般的に陸上にあるコンクリート製の防潮堤は空隙が少ないため海岸での水位上昇を防ぐが，水中にあるサンゴ礁は空隙が多いため十分な防潮堤機能を発揮しないといえる．

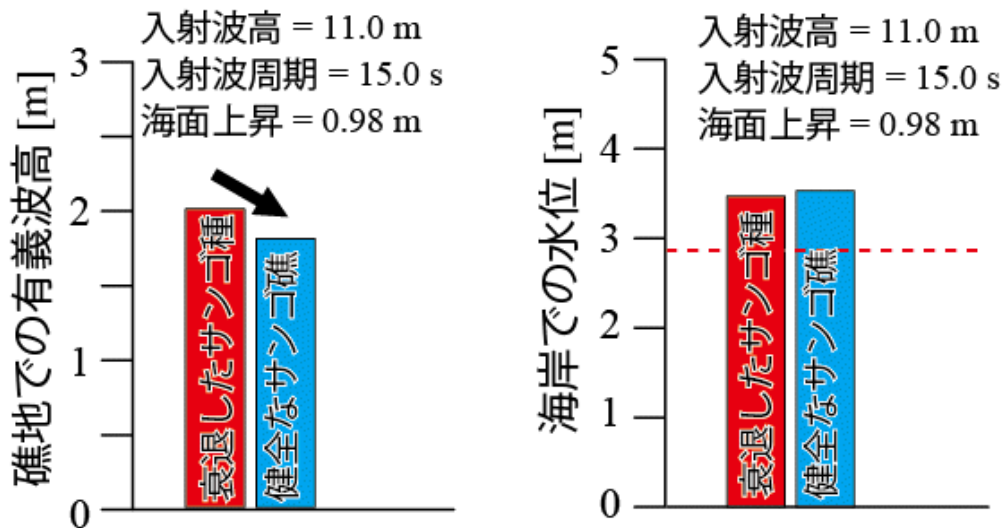


図. Melekeok サンゴ礁の防波堤機能と防潮堤機能. (左) 強大した台風 (入射波高=11.0m・入射波周期=15.0s) と海面上昇 (0.98m) を想定した礁池における有義波高の計算結果. 将来においてサンゴ礁が成長していると波高は低下する. (右) 強大した台風 (入射波高=11.0m・入射波周期=15.0s) と海面上昇 (0.98m) を想定した海岸における水位の計算結果. 将来においてサンゴ礁が成長していても水位低下は生じない. 赤色の破線は海岸線の道路および集落の高度 (2.86m) を示す.

(3) 将来において防波堤機能と防潮堤機能を維持するために必要なサンゴの種類とサンゴ礁の量の推定. パラオの西側サンゴ礁で掘削されたコア試料の解析によって, パラオのサンゴ礁は枝状とテーブル状のミドリイシ属によって大部分が形成されたことが明らかとなった. この試料の重量堆積速度をもとに 21 世紀末までに防波堤機能を維持するために必要なサンゴ礁の堆積速度を推定したところ, 枝状のミドリイシ属では 5.3—7.1 $\text{kgCaCO}_3/\text{m}^2/\text{y}$ 必要であり, テーブル状のミドリイシ属では 2.6—5.8 $\text{kgCaCO}_3/\text{m}^2/\text{y}$ 必要であることが明らかとなった. 21 世紀末までに枝状とテーブル状のミドリイシ属が継続的に生息していれば防波堤は形成される可能性が高い.



図. 解析に用いた掘削コア試料.

(4) 将来において防波堤機能と防潮堤機能を担うサンゴの現在の分布状況の解明と対策案の提示. 現在の Melekeok サンゴ礁においてサンゴの分布調査を実施したところ, 枝状とテーブル状のミドリイシ属は少なく, 塊状のククメイシ科のサンゴが多かった. この理由として 2012 年に来襲した Typhoon Bopha によって防波堤機能の維持に寄与する枝状とテーブル状のミドリイシ属の多くが破壊されて, 現在も回復していない可能性がある. さらに, 現在の波浪環境がこれらのサンゴの生息に適していない可能性も考えられる. 一般的にサンゴが生息可能な水深は大潮時の平均干潮水位以下であるが, Melekeok サンゴ礁の礁嶺部は場所によって大潮時の平均干潮水位から 10-20cm 程度高い場所があるため, この範囲には生息することが出来ない. 将来の海面上昇によって現在の礁嶺部が大潮時において平均干潮水位以下になれば, 再び枝状とテーブル状のミドリイシ属が生息可能になる可能性が高い. Kayanne et al. (2005)に基づき, サンゴ礁の堆積速度をサンゴの被度に換算したところ, 最低でも 8%必要であることが明らかとなった. この値を基準としてサンゴ礁が継続的に成長しているのかモニタリングすることが重要である. また, サンゴ礁を形成する重要なサンゴ群集が明らかとなったため, 調査地域周辺におけるその群集の生息場を明らかにすることも必要である. また, 必要に応じて MPA 等に設定することも検討す

る必要がある。



図. Melekeok サンゴ礁の造礁サンゴ。(左) 礁嶺上の様子。(右) 礁斜面上部の様子。

これまでの成果はパラオ側研究者と共著で「Projecting the risk of damages to reef-lined coast due to intensified tropical cyclone and sea level rise in Palau to 2100」のタイトルで国際誌 (*Natural Hazards and Earth System Sciences*) に投稿した。

④研究題目2-4のカウンターパートへの技術移転の状況

防波堤機能の定量的算出に際し、地形データが必要であり、カウン터パートナーの一人であるPICRCスタッフのAsap Bukurrouと共同で実施した。とくに、測量器材の使用方法は調査現場にて実践方式で伝えた。また、現在のサンゴの分布調査についてもAsap Bukurrouと共同で実施した。また本研究内容はパラオで高く注目され、地元新聞でも繰り返し報道された (Island Times紙 “PICRC's research shows reef crest protects shoreline by reducing wave height by 96%” 2016年2月13日)。

⑤研究題目2-4の当初計画では想定されていなかった新たな展開

研究を進めていく過程で、2013年のTyphoon Haiyanはパラオのカヤンゲル環礁に甚大な被害をもたらしていたことが明らかとなった。多くの家屋が破壊され、その後は多くの住民がコロールなどに移転したことが明らかとなった。カヤンゲル環礁は数個の州島を有するサンゴ礁であり、住民の多くは最大高度3m程度の州島に住んでいる。このような場所は将来の強大化した台風と海面上昇にはとても脆弱であることが予想される。そこで、Melekeokサンゴ礁で進めてきた研究の発展研究としてカヤンゲル環礁も対象に研究を始めた。カヤンゲル環礁を対象とした500ケースほどの水位と波高の計算が完了した。また、カヤンゲル環礁で掘削されたコア試料が東京大学総合研究博物館に保管されていたため、その試料の解析を行なった。国際誌への投稿に向けて執筆中である。

本研究は海面変動と台風がおよぼす影響の将来予測に注目しているが、過去の台風の強度復元は台風の将来予測に不可欠であることがわかってきた。そこで、Melekeokサンゴ礁を対象とし、過去の台風で運搬・堆積された巨礫を対象とした堆積学的調査と巨礫移動の数値計算を実施した。その結果、2012年のTyphoon Bophaが過去数千年間で最大クラスであったことが明らかとなった。そのため、将来予測にはTyphoon Bophaを基準として検討することができる。この成果は「Coral boulders on Melekeok reef in the Palau Islands: an indicator of wave activity associated with tropical cyclones」のタイトルで国際誌 (*Marine Geology*) に投稿した。

パラオは台風の来襲が少ない地域であるが、今後の気候変動による海面上昇と強大化台風の来襲によって、2012年のTyphoon Bopha程度かそれ以上の波浪被害が発生する可能性があることが明らかとなった。本研究によって、枝状とテーブル状のミドリイシ属のサンゴがサンゴ礁を継続的に形成することが出来れば (目安となる被度は最低8%)、波高の低下が期待できる。そのため、調査地域周辺におけるこれらのサンゴの生息状況を継続的にモニタリングすることが必要である。また、周囲のサンゴ礁環境を健全に維持することも必要である。一方、サンゴ礁の形成に関わらず、海岸での水位上昇が生じるため、海岸への影響を完全に防ぐことは出来ないことも明らかとなった。そのため、台風時の避難場所・避難経路の確保や避難訓練など、日頃からの取り組みが必要である。また、波高と水位を常時モニタリングする体制の検討も進めていく必要がある。本研究はMelekeokを対象としたものであるが、周囲のNgiwalなども本調査地域と同様な地理的条件であるため、同様な対策が必要となる。

(3)「生物多様性」グループ

(題目：生物多様性についての分析および指標生物の抽出)

(リーダー：JD Reimer)

①研究のねらい

パラオにおける生物多様性は非常に高いことが知られているが、海洋生物、パラオの各地点における多様性分布の状況や各生態系、分布域がどのように生物的に結びついているかについての情報はほとんどない。そこで本研究では、基礎生物データベース（生物種リスト）のための生物相調査を実施し、標本データの維持管理に資するデータベース構築をおこなう。データベース（標本、生態写真、DNAバーコード）はパラオにおける生物多様性の研究を継続する上で、基礎的情報を共有するフレームワークとして貢献し、海洋生物の局所絶滅や減少、外来種を追跡する上で今後必要となることが予見される。特に、研究が進んでいない生物群（スナギンチャク類、ヤギ類、カイアシ類、甲殻類など）について詳細な調査は、生物多様性に関する知見の偏りを減らすことが可能となる。定量、定性的な研究を行うことにより、パラオの様々な地点のサンゴ礁における生物多様性を評価することが可能となる。また、集団遺伝学的研究は、パラオ内の連結性を評価する上で役立つことが予想される。

②研究実施方法

1. 生物多様性に関する定量・定性的調査: PICRCのモニタリングサイトに加えて任意の海域を対象とし（全40地点、図）、海底に堆積した土・礫・岩などを採取し、内在性・表在性の生物相を明らかにする。同時に、生物試料の標本化、DNA metabarcodingおよびデータベース化に向けた情報整理を実施する。

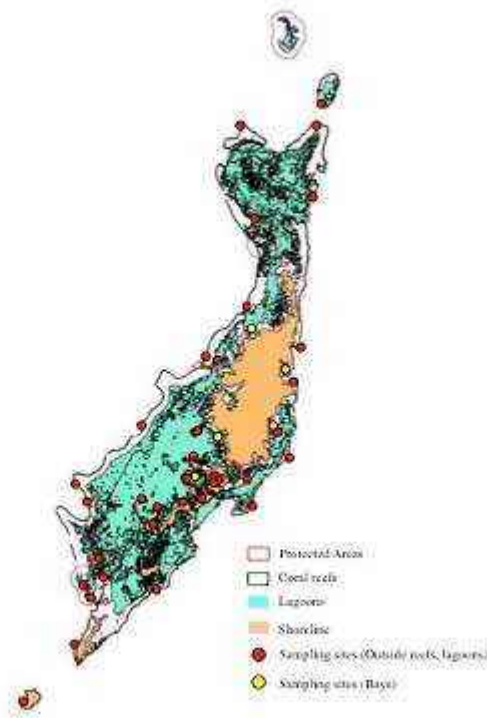


図. 底生生物の群集構造を評価するために、採集を行った地点を表す地図



図. 左: 定量的調査に用いるサンゴ礁を採集している様子。 右: PICRIC研究員であるLukes Isechal と Geory Merebが調査器具を持ち上げている様子

2. 詳細調査: 標本はパラオの多数の地点から任意に採集した。標本は保存した後、分類学的再検討または、新種を記載、発見するために、DNAと形態を先行文献と比較した。現在、スナギンチャク類、ウミウシ類、ウミエラ類、ヤギ類、カイアシ類、甲殻類などについて行っている。
3. 集団遺伝学的研究: 個体数が多いかつ低分散である分類群および適切な地点を探すために他の研究者と相談し、初期的な調査を行った。本調査では、フタモチヘビガイ類を可能な限り多くの地点から採集し (n=31 地点)、集団遺伝解析を行った。

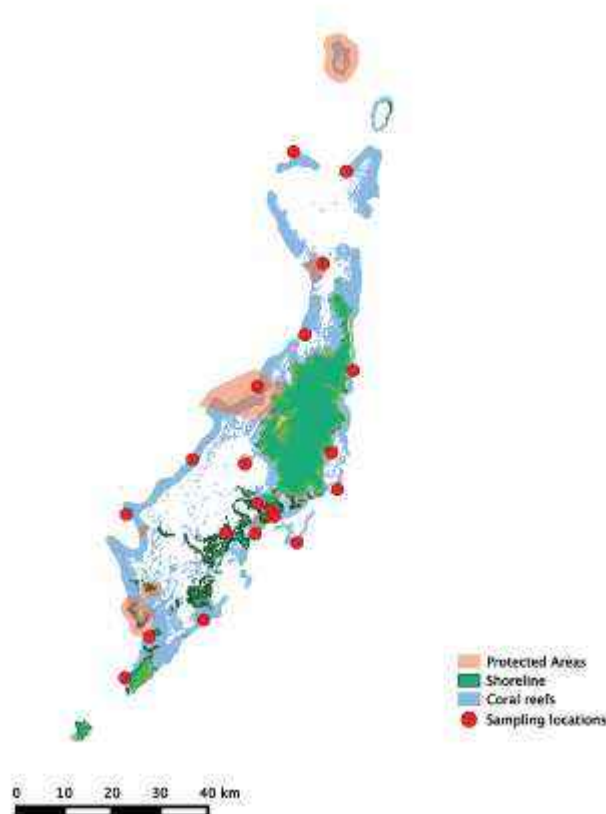


図 3. 集団遺伝解析を行うために採集を行った 20 地点を示した図

③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

1. 生物多様性に関する定量・定性的調査:上記の共通コアサイトおよびサブサイトに加えて、40地点における潜水による底質（およびそれらに含まれる生物群）の採取を実施した。また、陸揚げされた底質を注意深く細かく砕きつつ、数多くの表在生物と内在生物をソーティングし、標本として記載する作業を実施した。40地点から最終的に、4579標本を採集した。採集した標本は、採集地、採集者、学名、保管機関、保存状況を記録し、データベースを作成した。作成したデータベースをPICRC職員 (Victor Nestor) に引き継いだ。
- 採集した標本について解析した結果、礁池や湾内に比べて、東および南に位置する外礁の地点のサンゴ礁から最も多くの表在・内在生物が採集された。一方で、東および南の外礁のそれぞれの地点における標本数に大きな違いは見られず、また、礁池および湾内においても標本数に大きな違いは見られなかった。Sanger sequencing法を用いて、採集された多毛類、星口動物、紐形動物のCOI領域を増幅し、塩基配列を決定した。採集した残りの標本については、琉球大学に持ち帰り、今後、同様に分子実験を行い、得られた結果を合わせ、DNAのバーコード化およびShannon's indexなどの多様度指数や特異的な多様性を持つ地点を正確に算出した。

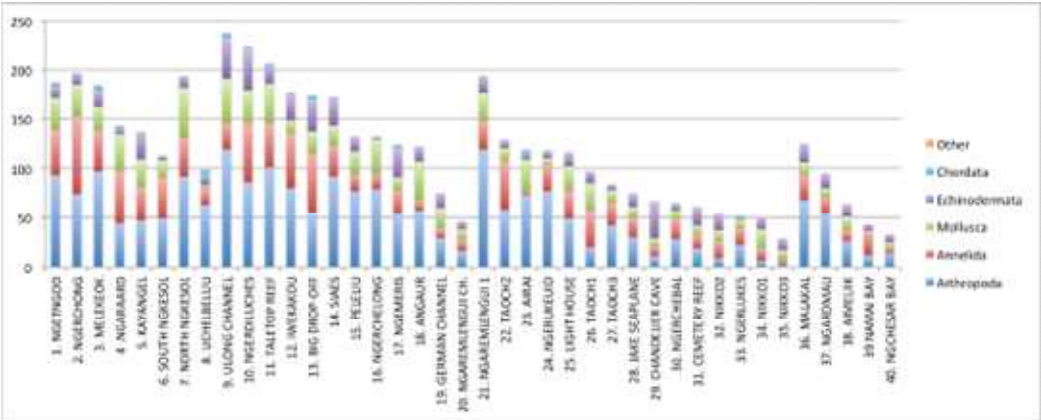


図. パラオ全域の異なる地点のサンゴ礁から採集された表在・内在生物の標本数。地点1-7はパラオ東部、地点8-19はパラオ南部、地点20-34は礁池、地点35-39は湾内。

表1 – パラオ全域の全40地点のサンゴ礁から採集された表在・内在生物の比較表。

Group	Arthropoda	Annelida	Mollusca	Echinodermata	Chordata	Other	Total +- SD
East (1-7)	68.7	39.1	25.6	14.0	2.7	0.0	150.1±33.8
South (8-19)	70.4	30.3	26.5	23.3	1.7	0.0	152.1±55.4
Lagoon (20-34)	37.7	20.6	15.7	12.7	0.6	0.1	87.0±40.9
Bays (35-39)	34.8	16.4	8.6	12.0	0.2	0.0	72.0±34.0



図. PCCの学生による電気泳動の操作

2. Focused taxa 調査: 標本採集（スナギンチャク類、ヤギ類、カイアシ類、甲殻類）については、計12回の調査の間に行った。採集した標本および Coral Reef Research Foundation (Palau)の情報と合わせ解析を行った。メンバーリストにある大学院生などが、採集した標本について分子系統解析、形態解析を行っている。本研究の結果、約 20 種のスナギンチャク類をパラオ周辺海域において確認することができた。このうち、パラオの海洋洞窟から採集された 4 新種（ジグザグヤドリスナギンチャク *Epizoanthus beriber*、モモイロマメツノスナギンチャク *Antipathozoanthus remengesau*、ハナツノスナギンチャク *A. cavernus*、ツノナシスナギンチャク *A. obuscuro*）について記載を行った (Kise & Reimer 2015; Kise et al. 2017)。また、砂泥地から採集された八放サンゴ類およびツノサンゴ類にそれぞれ付着する長膜亜目スナギンチャク類は、既知種とは異な

る形態的特徴を有することから、未記載種であることが考えられた。本研究の結果は、研究が行われていない環境（海洋洞窟、礁池、泥池）において、種多様性の調査の必要性があることを示した。これら結果は、パラオおよび日本だけでなく、国際的な報道機関の注目を受けた。また、2015年5月に香港で開催された、国際学会にて本調査に関する発表を7件行った。また、パラオ周辺海域に生息する魚類や無脊椎動物を対象に、共生性と寄生性カイアシ類相の調査を実施した。その結果、約40種のカイアシ類を発見することができた。現在もこれらの種同定を継続中だが、これまでに明らかになっているものとしては、例えば琉球列島周辺にも分布するハクセイハギ（フグ目カワハギ科）の鰭から見出された *Amaterasia* 属の1種（管口目サメジラミ科）が挙げられる。本属はこれまでに1種のみが知られており、今回得られた種は未記載種であると考えられる。また、その他の例としては、体長2 cmに満たない小型のベニハゼ属の1種（スズキ目ハゼ科）の体表から体内部にかけて寄生するヒジキムシ科の1種（管口目）は、既存のヒジキムシ科の属いずれにも該当しない形態的特徴を有することから、未記載属である可能性が非常に高い。これらの種については、今後優先的にさらなる精査を行い、順次記載してゆく予定である。また、これら以外にも未記載種である可能性が高いものが多く見つかっており、それらについても今後更に分類学的検討を実施する予定である。本研究を継続し、種同定を完了させることで、今まで明らかになっていなかった、パラオ周辺海域における共生性および寄生性カイアシ類相の一部に関して明らかにすることが出来る。特に魚類は、島国であるパラオにおいて人々の暮らしを支える重要な資源であるため、そこに寄生するカイアシ類相を理解することは様々な観点から考えて非常に重要である。

3. 集団遺伝学的研究: 対象生物の条件として、パラオをはじめとしたサンゴ礁域で広く一般的に見つかり、なおかつ解析に必要な個体数を確保できることが必要であった。フタモチヘビガイ類 *Ceraesignum* spp. はこれらの条件をクリアしており、さらに同定が比較的容易であるうえ、主に体内受精であること（＝遺伝子流動が低い）から海流に乗らない場合はごく狭い範囲でただちに定着が可能であること、サンゴ礁の浅海から比較的深い場所まで同生物が広く確認される。フタモチヘビガイ類は20地点から採集された（図）。採集した700標本からDNAを抽出し、ミトコンドリアのCOI領域をPCR法を用いて増幅した。本プロジェクトの結果として、パラオの複数の異なる地点で遺伝的差異が見られた（ネットワーク図参照）。特に、2地点（Ngechesar、Nikko湾）において有意な遺伝的差異が見られた（PCA、ヒートマップ図参照）。Nikko湾は、一般的に多様性が低いにも関わらず（生物多様性の研究に関する図および表参照）、ユニークな多様性を保有していることが明らかになった。そのため、種の遺伝的多様性を保護するためにNikko湾のような地点を保全する必要があることが示唆された。Nikko湾内はユニークな環境条件を保持していることから、様々な海洋生物においても本研究と似た結果が得られる可能性が考えられる。本プロジェクトの初期結果について、BECOME 2015にて発表を行い、他の研究者から有益な情報を頂いた。また、太平洋における他の地点からの標本またはデータの共有など、共同研究について提案を行った。

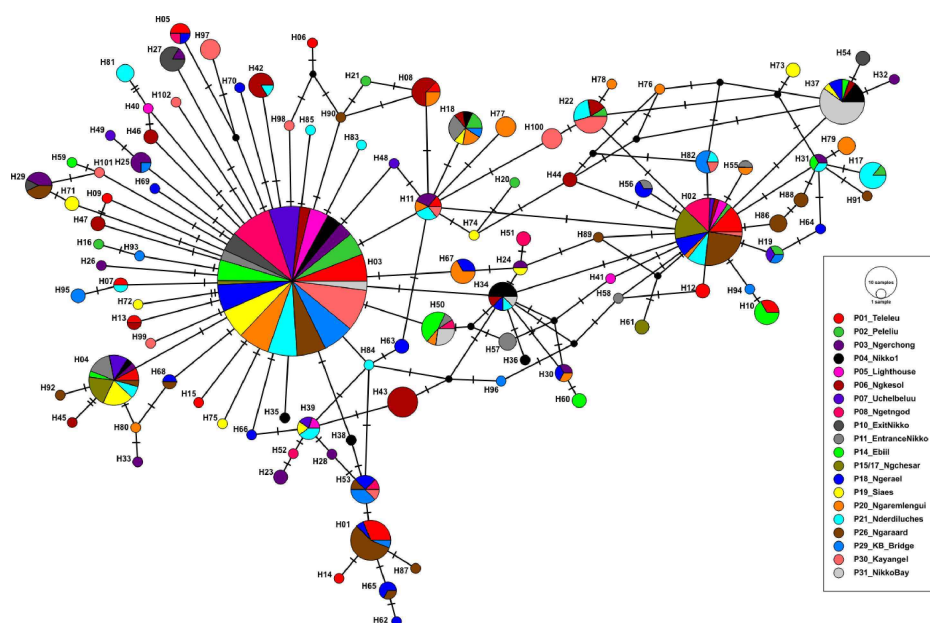


図. 採集したフタモチヘビガイ (*Ceraesignum maximum*) 個体群間の遺伝的構造を示すハプロタイプネットワーク。

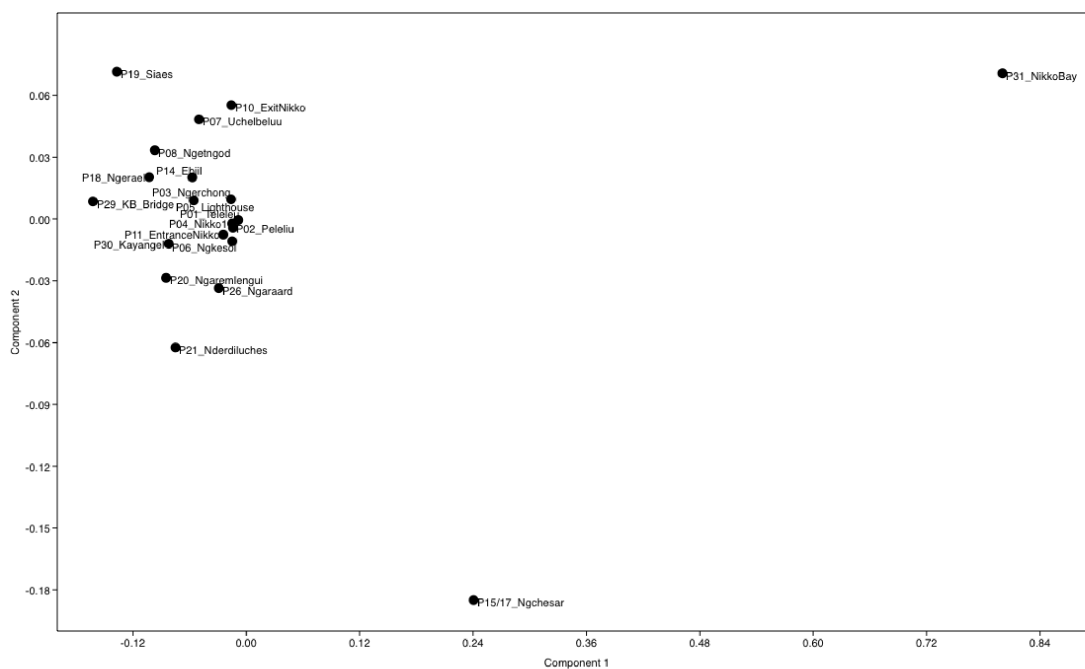


図. *Ceraesignum maximum* の異なる集団から得た遺伝的データを用いた主成分分析の結果。Ngchesar と Nikko 湾の集団は他の地点と比較して相違がある。

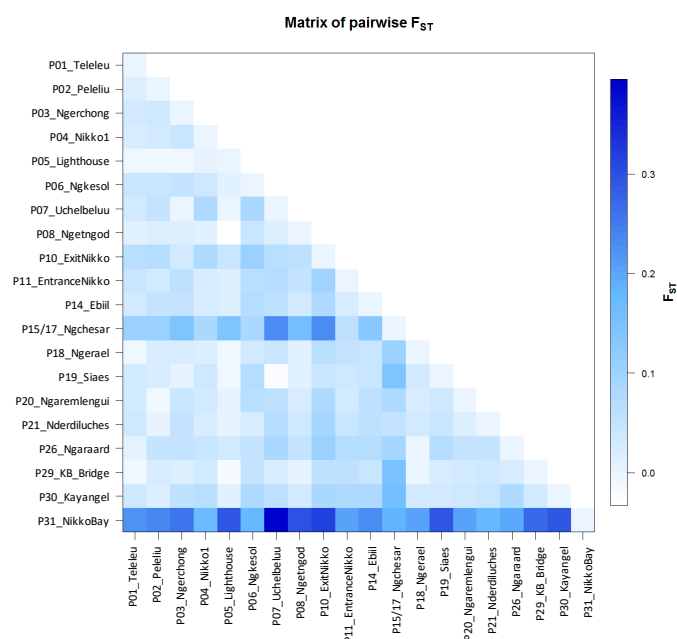


図.異なる地点から採集された *Ceraesignum maximum* の塩基配列に基づく遺伝的差異を示すヒートマップ図。Nikko 湾の集団は他の地点と比較して相違がある。

④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

C/PスタッフおよびPCCの短期（約2～3か月）学生インターンと採取された底質に含まれる生物のソーティング、標本保管の手順を共有している。PCC学生を対象とした実習講義をPDが担当した。本プロジェクト開始から、4人の学生がDNA解析の訓練をしている（学生インターンシップ2人とJICA雇用の調査員2人）。Palau High School(PHS)の学生5名はPCC Step-Up Programに基づき、DNA解析を開始した。“SC249 – Environmental Concepts and Issues”という題目で、3週間の講座がPalau Community College (PCC)で2015年6月に開催された（図）。



図. PCC内にある分子実験室

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況

実験施設のスペースについて、PCCの実習用教室へ遺伝子実験関連の供与機材の一部を移した。海洋において、当初計画では予定していなかった環境（マングローブ域や海底洞窟など）における調査を試験的に行った結果、パラオからは未報告と考えられる自由生活性のカイアシ類等が複数発見された。このことから、今後本プロジェクトとの関連性を考慮に入れつつ、本格的な調査に取り組む価値が高いと考えている。標本整理に関しては、これまでに得られた標本のリストを作成し、解析を終了後、ライマー研究室（MISE）および琉球大学風樹館（RMF）に保管するために、沖縄に移送した。当初の計画では、Belau National Museumにおいて採集標本を保管する予定であったが、十分なスペースが確保できていなかったため、沖縄に移すこととなった。最終的には、5500 標本以上をパラオから沖縄に移送した。

集団解析およびパラオ内の全生物多様性評価のこれまでの解析から、パラオが持つサンゴ礁の保全するためのさらなる結果を得られることが予想される。これまでにやってきたすべての結果から、海洋洞窟や Nikko 湾、浅海域の多様性の供給源となる深場サンゴ礁といった「研究が行われていない」生態系の重要性が明らかになった。また、これから明らかになる結果についても、同様になることが考えられる。本研究の結果を用いることで、これら生態系を海洋保護区域（MPAs）として保護するための措置を講じることが可能となるであろう。また、これら結果は、パラオにおける今後の生物多様性研究の重要な基盤となることが考えられる。

（４）「サンゴ礁島嶼生態系サービス」グループ

（題目：サンゴ礁島嶼生態系の社会科学的評価）

（リーダー：藤田陽子）

①研究のねらい

「生態系サービス」とは、自然環境が有している様々な機能であり、人間や人間社会にとっての多様な便益を生み出している。「国連ミレニアム生態系評価」（2001～2005年）では、生態系サービスを「基盤」「供給」「調整」「文化的」の4つに分類し、人間社会の福利との関係を明らかにしている。とりわけ小島嶼においては自然と人間との関係がより密接であり、日常生活や経済活動の基盤としての自然環境の重要性がより高くなる。例えば日常生活に必要な食糧・水や資材の供給源、景観など生活環境そのものの構成要素、資源の少ない島にとって重要な観光資源、といった関わりが、狭小性・隔絶性・環海性・遠隔性といった島の相対的特性によってより強化されるからである。したがって、人間の視点で考える自然環境保全とは、生態系サービスから得られる様々な便益の質や水準を劣化させないための取り組みと捉えることができる。

このことを踏まえた社会科学的分野での研究のねらいは、生態系の保全や活用の主体としての人間の視点からパラオの自然環境について考察することにある。自然環境に依存する島嶼国のパラオにおいて持続可能な社会を実現するために、自然環境の利活用の現状、環境に対する人々の感覚や問題意識、具体的な取り組みの内容、等を知り、それに基づいてテーマごとの調査方法を設計した。

まず基本的な調査として、パラオ社会における基幹産業の漁業と観光、環境意識を中心に住民の意向を明らかにする社会調査を実施した。その後、この調査の結果を踏まえながら、環境経済学的アプローチと観光研究アプローチの両面から調査した。

環境経済学的アプローチでは、パラオのサンゴ礁生態系サービスの価値を明らかにするため、住民意識調査の結果を踏まえて、自然環境の経済的価値評価の推計を行う。具体的には、1)ロック・アイランド・サザン・ラグーン地域のサンゴ礁保全、2)マルキョク州のサンゴ礁の防波堤機能、の2種類について経済的価値評価を行った。

この価値推計に必要なサンゴ礁や水質、生物多様性に関する科学的根拠に基づいたデータや情報を得るために、自然科学分野との協働を図った。

観光研究からのアプローチでは、1)住民の環境に対する意向・態度、2)環境のキャリング・キャパシティ、に関する2件の調査研究を実施した。1)においては、前述の基本調査から住民の観光に対する意向・態度の研究を行った。この研究は、観光が地域にもたらす様々な経済、社会・文化、環境へのインパクトを住民がどのようにとらえているかを分析するもので、持続可能な観光政策や開発を行うのに、必要不可欠な研究となっている。2)は、パラオ共和国にスノーケリングやダイビングの目的で訪れる観光客が感じる海の混雑度や満足度をはかり、観光のキャリング・キャパシティについて知見を得ることを目的としたものである。観光のキャリング・キャパシティに関する研究は、世界各地で行われており、「観光客のマリンツーリズムや海そのものに対する知識や体験」と「観光の満足度」との相関、「国籍」と「観光の満足度」との相関、「観光客の収入や年齢」と「観光の満足度」との相関などが研究され、マリンツーリズムにおけるキャリング・キャパシティが模索されている。社会科学分野における調査研究については、これらの結果に基づき、自然環境に対する人々のニーズや問題意識を保全策に反映させることを目指す。

②研究実施方法

【観光・環境・漁業に関する意識調査（2014年度実施）】

社会科学調査・研究の第一歩として、特に人々の関心が高いといわれる観光・環境・漁業に関する意識調査を行った。アンケート設計のための基礎情報の収集を目的として、サンゴ礁島嶼生態系とパラオの人々や経済との関係を探るため、様々な分野に携わる人々へのインタビュー調査を行った。インフォーマントは次の各機関・団体等の代表者・従事者である。

- ・パラオ政府（気候変動担当） ・コロール政府（環境担当） ・パラオ観光局 ・PAN Fundオフィス
- ・パラオ・コンサベーション・ソサエティ（NPO） ・ドルフィンズ・パシフィック（NPO）
- ・パラオ・パシフィック・リゾート



インタビュー時の写真

（左）パラオ・コンサベーション・ソサエティ （中央）パラオ観光局 （右）パラオ・パシフィック・リゾート

同じく情報収集と、仮作成したアンケート票のプレテストを目的としたフォーカスグループミーティングを実施した。1回3時間程度をかけて、それぞれの立場からみたパラオのサンゴ礁生態系やその他の自然環境、観光開発や観光産業が抱える問題点等について自由に発言してもらい、立場の違いによる問題の捉え方や認識の相違点と共通点を探った。各フォーカスグループの概要は次のとおりである。

- ・観光業者（5名、ホテル、ダイビングサービス等） ・アルコロン州漁業従事者（6名）
- ・バベルダオブ島住民（6名） ・コロール州住民（4名）



フォーカス・グループ・ミーティングの様子

（左）観光業者（中央）アルコロン州漁業従事者（右）バベルダオブ島住民

また、観光産業の現状調査としてのフィールドトリップを行った。

- ・エコ・ツアー ・ダイビング ・シュノーケリング・ツアー ・世界遺産ツアー
- ・リゾート・ホテル施設見学 ・PCS&UNESCO主催 文化・歴史観光ワークショップツアー



様々なフィールド調査

(左) フィッシュマーケット視察 (中央) 文化・歴史観光ワークショップ (右) エコ・ツアー視察

上記の調査によって得られた成果を踏まえて、自然環境保全や観光開発に対する住民意識の現状を知るための全国規模の社会調査を実施した。サンプリング数については、社会科学のアンケート調査で定評のあるDillman, D. (2007). *Mail and internet surveys - The tailored design method (Second ed.)* のサンプリングの計算式を使用した。各州の人口をPICRCスタッフに調べてもらい、州ごとの必要最低限のサンプリング数を、95%コンフィデンスレベルを満たすよう計算し、先行研究にあるこのようなアンケート調査を行った場合のレスポンスレイトを考慮に入れて、多めに調査票を集めた。各州では三世帯ごとにアンケート調査票を配布、所定の日時に取りに来ることを被験者に伝えて(約一週間後)、回収した。テイラードデザインメソッドに従ってアンケート調査を始める起点は、ランダムに選んでもらい、そこから始めた。50戸前後の人口の少ない州に関しては、2世帯ごとにアンケートを配布した。このメソッドでは、アンケート回収率を高めるため、何らかのインセンティブを被験者に与えることがあるが、それについては、PICRCスタッフと事前協議を行った結果、そのような慣習は、パラオでは行われてこなかったの賛成しないという知見を得て、今回もアンケート調査の際、インセンティブは与えないことになった。アンケート調査のプロトコルなどを書面にして、PICRCスタッフと、一つ一つ確認しながら進めていった。アンケート票は「環境問題」「観光」「漁業及び海洋資源」および「回答者属性」の4つのパートで構成されている。調査票は、英語、パラオ語、日本語等に翻訳し、回答者の言語に応じて配布した。PICRC社会科学チームの提案により、地域住民の協力を得られるよう各州の住民から調査員(enumerator)を雇用するとともに、配布・回収の方法や注意事項について彼らのトレーニングを行った。また、各州知事に宛てて調査実施の通知と協力依頼の文書を送付し、加えて、調査を実施することを広く住民に周知するためにラジオでの広報を行った。調査票は、各州の人口規模に応じて全戸もしくは3件に1件の割合で配布・回収した。最終的に1283件の調査票を回収し、その後PICRCにて結果の入力作業を行い、集計結果をレポートにまとめた。



回収した調査票 (左: 回収した調査票, 右: 地域別に分類された調査票)

【サンゴ礁の経済的価値評価】

環境経済学の理論に基づく経済的価値評価手法には、「選好依存型評価法」と「選好独立型評価法」がある。「選好依存型評価法」は、環境に対する人々の主観的価値の大きさを貨幣単位で表現しようとする工夫を凝らした手法である。この方法はさらに「顕示選好法」と「表明選好法」に分類され、「顕示選好法」は実際の支払行動に隠された人々の好ましさ、すなわち「選好」を明らかにする。観光資源の価値評価に用いられる「旅行費用法」や、不動産等の環境価値を推計する「ヘドニック・アプローチ」などがこれにあたる。「表明選好法」は、アンケート調査を用いて好ましさを「表明」してもらい、それに基づいて環境に対する支払意志額(または補償受容額)を推計するものである。「仮想評価法(Contingent Valuation Method:以下、CVMとする)」「コンジョイント分

析」などがこれにあたる。市場取引の対象ではない環境の価値を金額で表現するため、得られる結果の信頼性や厳密性に対する議論の余地はある。しかし、人々の選考を数値で評価し、かつ経済開発等による利益と同じ貨幣単位で比較することのできる指標を得る方法としては有用である。一方「選好独立型評価法」は、人々が環境に対して抱いている主観的価値とは無関係に価値額を推計する方法であり、実際の保全費用や再生費用、環境の変化に伴う生産額の変化、損失としての医療費といった、市場価格に基づいた推計を行う。推計基準やその結果の明確性や頑健性を担保するという長所がある一方、近年重視されている「人々の自然や観光に対する思い」、すなわち主観的価値観が全く反映されないという欠点がある。

本調査では、本事業終了後のパラオにおいて環境の経済的価値評価が継続的に行われることを企図して、複数の方法論による調査の進め方や結果を示すこととした。選好依存型評価法の「仮想評価法（CVM）」と、選好独立型評価法である「代替費用法」を用いて、パラオのサンゴ礁の経済的価値評価を行った。

1)CVMを用いたサンゴ礁保全に対する選好の経済的価値評価

パラオを代表する自然環境であるRock Island Southern Lagoon(RISL) 地域のサンゴ礁について、CVMを用いた経済的価値評価を行い、住民のサンゴ礁保全に対する選好やサンゴ礁を守ることの便益を明らかにする。

まず、前項の全国意識調査の結果や環境保全に関わる政府関係者やNGOメンバーへのヒアリング結果を通して、サンゴ礁を含む自然環境またはその保全の現状や、パラオ住民の自然環境に対する価値観や問題意識に関する情報を収集・整理した。これらをCVM調査の際に提示する支払意志額の範囲や支払方法、仮想的シナリオとして提示するサンゴ礁保全策、等アンケートの設計の際の基本的な知見として活用した。また、CVM調査票に示した仮想的変化「対策を講じなかった場合の30年後のサンゴ礁の状態」については、「生物変動グループ」の中村PIによるサンゴ礁の調査結果に基づくサンゴ礁の現状や将来予測される状況に関するアドバイスを受けて、協議の上設定した。

また、平成27年度～28年度にかけて、計8グループ（計81名）にわたるフォーカス・グループ・ミーティングを実施してプレテストを行い、参加者の意見や回答を参考に修正を施した。その後、平成28年11月～12月の1ヶ月あまりの期間で本調査を行った。その結果、一般の人々の中には、環境のために費用を負担することはしたくないが、ボランティアなどで時間と労力を提供することには積極的な人々が少なからず存在することがわかった。これを踏まえて、支払意志額の他に「サンゴ礁保全のために費やしたいと思う時間」を問う設問を加え、これを貨幣換算して支払意志額に加算することを試みた。

アンケート配布対象はコロール州・アイライ州の世帯とし、調査員による訪問・留め置き法による配布・回収・解析を行った。

プレテスト及び情報収集のためのフォーカスグループミーティング



(コロール州・アイライ州の住民，NGOメンバー，政府職員等)

The image displays six pages of a survey form titled 'Values of Coral Reefs in the Cook Islands Southern Lagoon 2016'. The form is part of the 'Social Science Group in P-CORIE Project' by the University of the South Pacific. It includes instructions for respondents, a table of payment amounts (e.g., \$1000 per month, \$1000 per year), and a section for demographic information. The form is bilingual, with English and Japanese text.

2) 「代替費用法」を用いたサンゴ礁の防波堤機能の経済的価値評価

「代替費用法」を用いた調査は、「気候変動グループ」の本郷ポスドク研究員によるマルキョク州のサンゴ礁嶺の消波機能調査の結果に基づき、その水準と同等の機能を果たす人工リーフ（潜堤）を設置したと仮定した場合の費用を用いて、サンゴ礁の天然の防波堤としての機能の価値を貨幣単位で推計するものである。人工リーフの規模の考え方や設置費用・維持費用については、パラオでの同様の事例はないため、太平洋島嶼地域でのODA事業等での人工リーフの設置事業に携わっている日本の建設コンサルタント会社の協力を得て関連情報を入手する。



マルキョク州沿岸地域の視察（左：礁嶺の消波の様子、右：海岸線に迫った集落の様子）

【観光に対する住民の意識】

この研究は、サスティナブルツーリズムを行うための基礎研究として 1960 年の中頃より、世界各地で行われている。初期には、様々な観光による地域への影響そのものが研究され、1980 年代には、観光の影響を受ける共同体が、2000 年には、住民の観光に対する態度（観光開発に賛成か否か。）を決定するシステムティックなモデルが多く研究者によって実証されている。

観光の地域における影響には、経済的、社会・文化的な影響、自然環境に与える影響などがある。観光開発は

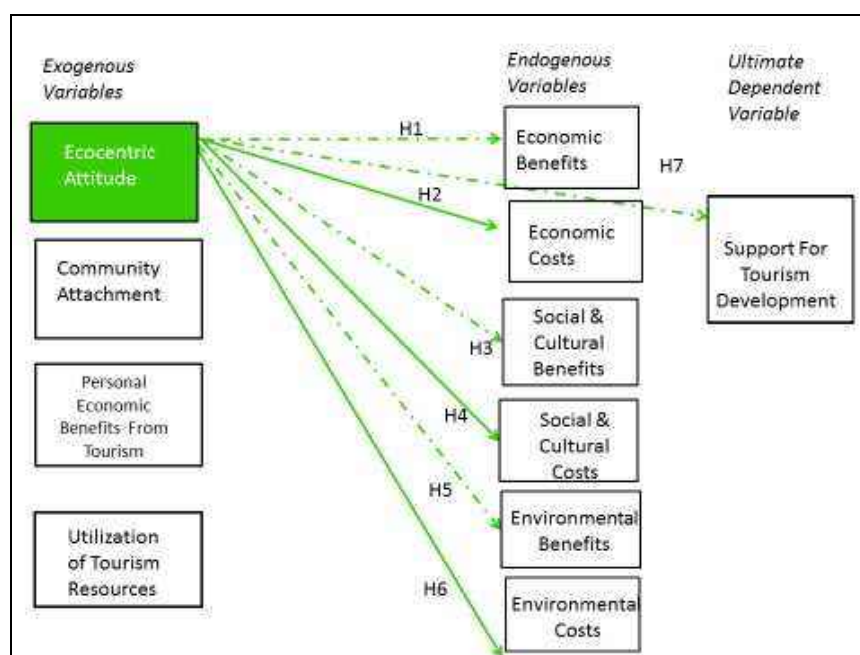
通常、観光地に対して、経済的にはプラスの影響（収入や雇用の増加）が多いですが、自然環境による影響（環境破壊・ゴミ）や社会・文化に与える影響・伝統や習慣の崩壊等）は、マイナスの影響が多いと言われている

パラオは、独立国として「シャークサンクチュアリー・海洋保護区・グリーンフィーやロックアイランド入域料（環境を守るために観光客が支払う費用）」など斬新で独自の環境政策を実施している。島嶼地域の住民は、自然に囲まれて暮らしており、都会に比べて自然と近い関係にあるために、自然への思い入れ（Ecocentric Attitudes）が高いといわれている。本研究では、自然への思い入れの高い住民が観光の様々な影響（経済へのインパクト、自然環境へのインパクト、社会・文化へのインパクト）をどのように感じているか、これ以上の観光開発は望むか否かなど、パラオ共和国全土を対象としたアンケート（2014 年度実施）やステイクホルダーとのインタビュー、フォーカスグループやフィールドトリップを通してデータを集め、分析した。

アンケート調査では、パラオ全土に 1,547 件のアンケート調査を配布、1,387 件を収集することができ、1,064 件のデータ(返却率 87%)の集計、分析(多変量解析)を終えた。

「住民の観光開発に対する態度」として、以下の図に示したモデルをたて、主に、住民の環境意識 (Ecocentric Attitudes) と、観光のあらゆるインパクト（経済・社会・自然環境）の関連を多変量解析によって分析した。主な結果は、以下のとおりである。主に仮定の 2,4,6 (H2, H4, H6)が証明された。

- H2. 環境意識が高い住民は、観光による経済の負の影響を強く感じている。
- H4. 環境意識が高い住民は、観光による社会・文化への負の影響を強く感じている。
- H6. 環境意識が高い住民は、観光による自然環境への負の影響を強く感じているとは、限らない。



「住民の観光開発に対する態度の研究」についての概念図

上記の結果に対するアンケート調査の自由記述や、これまで行ってきたパラオの住民やステークホルダーとのインタビューを比較して、考察した。H2:住民が観光による経済の負の影響を強く感じている。この理由としては、2014 年と 2015 年に、観光客数が、急激に伸び、ホテル建設のためにパラオの土地が外国投資家を買われたことや、コロールのアパートも宿泊施設に転用されたため、土地や住宅の値段が上がったことがあげられる。

H4: 住民観光意識の高い住民が観光による文化・社会の負の影響を強く感じている。この理由としては、2015 年の春には、干ばつが続き、断水も多くあったので、観光客の増加と水不足を、結び付ける住民が多くいたのではないかと考えられる。また、大通り沿いのマラカルホテルから、下水が噴き出ていることから、観光客が多すぎて地元のインフラが圧迫されていると住民は感じている。さらに、中学、高校があるコロールのメインストリートを観光客が、水着で歩いている様子が、学生に悪影響を与えることも、指摘されていた。

H6: 環境意識の高い住民は、観光による自然環境への影響を強く感じているとはかぎらない。この理由としては、パラオで周知されている自然環境保護のための数多くの施策があることがあげられるだろう。パラオには、

グリーンフィーや、ロックアイランドやペリリューへの入域許可証、シャークサンクチュアリなど、目に見える保護策が存在している。よって、住民は、観光開発による自然環境への影響を、この時点では、強く感じていなかったことが考えられる。

「住民の観光に対する態度」の研究は、観光における現代ある課題を浮き彫りにし、持続可能な観光マネジメントにおける重要な研究であるので、これからも、定期的に、この調査が行われることが期待される。

この調査の結果については、2016年6月に、ナポリにおける国際学会（観光政策学会 International Conference of Tourism 2017）において発表し、論文（Proceedings）が掲載された。また、2017年3月にパラオで行われた P-CORIE 主催のグリーンフィンズワークショップのオープニングで、この研究結果を用いて、「パラオの観光の現状と課題」について講演した。

2. Method - Preliminary Key Informant Interviews - Survey - Questionnaire consisted of 67 questions - Questionnaire were refined by PG meetings of 3 groups of residents, tour operators, divers and fishermen 3-point Likert scale in condition with strongly agree and strongly disagree on the other - December 2014 – March 2015 - Translates in Palauan, English, Japanese, Chinese 3,487 surveys distributed by local enumerators - Done in order to be conducted over 28 (every 5th house) in 28 states 3,487 collected (Response rate: 87%) 2,035 usable surveys (deleted missing survey/missing values) - Multiple Regression - SPSS 22	Results 1: Economic Cost - H2: There is a direct positive relationship between ECCO and The ECONcost - It was supported. It means that... - The more residents hold the level of ecocentric attitudes, the more they feel economic costs incurred from tourism. Possible Explanation - In 2014 and 2015, many of Palau's land were bought up by foreign investors for hotels and tourism service development. Also, many apartment owners change their apt businesses to hotel business due to the increasing demand of accommodation. As a result, local people had hard time looking for a place to live.
Results 2: Social and Cultural Costs - H4: There is a direct positive relationship between eco attitudes and perceptions of SOCIAL cost - It was supported. It means that... - The more residents hold the level of ecocentric attitudes, the more they feel social and cultural costs incurred from tourism. Possible Explanation - In 2015, there were many droughts, and occasional water rationing was put in place. Also, there was surge in tourism number, residents may have connected the water shortage with the increase in tourists (burden on infrastructure). - Residents saw sewage water overflowing from the front of hotels - Sudden increase in tourists who walk around the downtown in groups made the downtown Koror very noisy place. For the same reason, trash increased.	Results 3: Environmental Costs - H6: There is a direct positive relationship between eco attitudes and perception of environmental cost - It was rejected. It means that... - The more residents hold ecocentric orientation, the more they feel environmental costs incurred from tourism. Possible Reason - In Palau, many tourism policies to protect environment are visible to residents, such as Green Fee and entrance fees to their protected areas, (Rock Island, Jerry fish lake). Thus, residents feel that increasing tourism contributes to protection of natural environment. The work of Green Fee will be another tourism related policies to protect the environment.

国際学会で発表した時の発表資料

【キャリング・キャパシティ】

主に、先に行った「住民の観光に対する態度」の調査や、パラオにおける観光のステークホルダーへのヒアリング、旅行者対象のアンケート調査を実施する。アンケート調査の概要を下記に示す。

- 調査対象：日本人観光客・中国人観光客・その他
- アンケート調査の内容：①パラオの海について感じたこと
②スノーケリングにおける知識や体験についての質問
③ダイビングにおける知識や体験についての質問
④パラオ滞在についての質問
⑤被験者自身についての質問
- 調査内容の作成・確認：PI（宮国・藤田・中村）、PICRC（社会科学班：Lincy Lee Marino、Geraldine Rengiil、中谷 JICA 調整員）、旅行会社（ドルフィンズ・パシフィック、インパックツアー、ロックアイランドツアーカンパニー）、ダイビング業者（ネコマリン）
- 業務請負：パラオの観光客のツアーを行っている旅行者（ドルフィンズ・パシフィック、インパックツアー、ロックアイランドツアーカンパニー）
- 調査記入のインセンティブ：5 US\$相当の各旅行者が選定した品物
- データ入力：集めたアンケート調査シートは、琉球大学に送り返してもらい、臨時雇用員1人（学部生1名）と非常勤職員（学部生1名）が入力補助を担当した。

- ・データ解析：クロスタブ分析、2変量解析、多変量解析、自由回答部分の質的調査等

③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

【観光・環境・漁業に関する意識調査】

回答結果の入力や集計作業が大幅に遅れたため、結果をレポートにまとめる作業にも遅れが生じたが、本プロジェクトのテクニカルレポートとして平成29年度に公表するに至った。また、観光に関するセクションの結果については重回帰分析モデルを用いて、観光開発に対する住民意識構造を解析した。2018年ヒアリング調査に応じた現地キーパーソンらに非公式に結果を提示したところ、まれに見る全国規模の調査であることや、観光・環境に関わる総合的な意識調査であるという点で強い感心を得ることができた。

【サンゴ礁の経済的価値評価】

1)CVMを用いたサンゴ礁保全に対する選好の経済的価値評価

平成28年11月～12月にかけて、コロール州・アイライ州の世帯（2件に1件の割合）を対象に、現地で雇用した調査員により調査票の配布・回収を実施し、1279件のサンプルを回収した（有効：1237件）。回収した調査票は琉球大学にて回答の入力作業を、PICRCにてパラオ語で記入された回答の英訳を行った。支払意志額の推計を行ったうえで、結果を平成29年7月開催のInternational Small Islands Studies Association (国際小島嶼学会)世界大会（オーストラリア、カンガルー島）にて発表した。

調査概要は次のとおりである。

調査対象: コロール州 (3,091世帯), アイライ州 (624 世帯) *パラオ全世帯数の78%

調査方法: 留め置き法

調査員数: 25名

調査票配付数: 1,395

回収数（率）: 1,273 (91.3%)

有効回答数（率）: 1,205 (94.7%)

調査結果は下図のとおりである。各行は、表明された支払意志額(WTP)、労働意志時間(WTW)、それを賃金率で貨幣換算した額（時間価値）、支払意志額と時間価値を合計した額、を表す。各列は、平均、中央値、最大値（括弧内は該当回答数）、である。総価値額の過大評価を避けるため、本研究では中央値（8米ドル）を採用し、これをコロール州とアイライ州の総世帯数で乗じて総価値額を推計したところ、RISLエリアのサンゴ礁保全には年間452,448米ドルの価値があるとみなされているという結果が得られた。

Summary of Results 1			
WTP / WTW per household	Mean	Median	Maximum
Willingness to Pay (\$/month)	4.9	2.5	50(7)
Willingness to Work (hours/month)	5.5	4	30(2)
WTW multiplied by Minimum Wage Rate (\$3.5/h)	19.3	14	105
WTP+WTW (\$/month)	13.2	8	155(1)
*Maximum value was discarded in order to prevent over-evaluation for Average.			
Annual Total Value of Coral Reef = (WTP+WTW)*12months*total households of Koror & Airai = \$452,448/year			

調査結果概要

こうして得られた結果としての総価値額は、RISLエリアのサンゴ礁保全に対するパラオ住民にとっての主観的価値の大きさを表している。換言すれば、サンゴ礁保全の努力によって維持される価値額（便益）であり、また

一方ではサンゴ礁の劣化や破壊によって失われる価値の大きさ（損失）を推計したものである。したがって、実際のサンゴ礁保全に係る費用の経済的妥当性を評価する際に用いたり、あるいはサンゴ礁へのボート・ランディングなどによる損害の大きさの推定に用いたりすることができる。パラオやパラオの人々にとって有形無形の価値を生み出しているサンゴ礁の価値を常に把握し、適切な財政支出のもとで継続的に保全を図るためにも、こうした調査を定期的・継続的に実施することが求められる。

2) 「代替費用法」を用いたサンゴ礁の防波堤機能の経済的価値評価

マルキョク州における本郷ポスドク研究員の調査・分析結果から、価値額の推計に用いる人工リーフの規模の推定と、建設・維持費用に関する情報の収集を行っている。同時に、代替費用法に基づく推計モデルの検討を進めた。

【観光に対する住民の意識】

現在、掲載された国際学会のプロシーディングスをもとに、テクニカルレポートを仕上げ、政策提言をおこなった。

【キャリング・キャパシティ】

計画時には、1月からアンケート調査を配布するつもりであったが、事前の文献調査や平成26年度に行った事前調査との整合性を付けること等に時間がかかってしまったため、2か月ほどずれが生じ、3月からの配布となった。レジャーできている観光客を対象に、業務で多忙な旅行会社を通して、配布しているので、思ったより時間がかかり、現在は回収されたアンケートデータ入力が行われ、結果の一部が国際学会で発表され、テクニカルレポートを仕上げた。

④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

パラオ全土を対象に行ったアンケート調査を行った際(平成26年11月)、各州のサンプル数の計算、アンケート調査手順のプロトコル、調査に関する先行研究の論文等をPICRCスタッフ(2名)と共有した。また、平成25年3月にはアンケート調査のデータベース作成、データ入力、集計方法などを技術移転した。この時、PICRCスタッフ(約10名)を対象とした統計ソフト(SPSS)のワークショップを実施した。平成25年6月には、データ入力の確認と調査票の整理の方法を、日本側研究者とPICRCスタッフが一緒に行いながら伝えた。データ入力に関しては、日本側研究者がパラオにいない時も、一週間に一度、インターネットのクラウドサービスによりデータを常に共有し、必要に応じてメールやスカイプで確認しながら進めた。また、平成28年10月には、PICRCで新規採用した社会科学を専門とする研究員(Lincy Lee Marino氏)に対して、宮国・藤田の指導の下、沖縄で1週間の社会科学調査研修を行い、観光開発、環境経済学、流域保全の社会調査に関するレクチャーとディスカッションによるトレーニングを行った。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

社会科学分野の研究に関連して、PICRCと連携を取りつつ、パラオの環境・観光・水産業等についての調査を実施し、聞き取り調査やアンケート式調査に係る質問事項の絞り込みが進んだ。平成27年5月に、パラオ国がサンゴ礁生態系の生物多様性保全を目的に進めているPAN制度の問題点とその解決の道筋についてコロール州の保護官らと会合を持った。6月に国内で開催されたシンポジウムにて、来沖したIdechong氏と、パラオの海洋環境保全に関するディスカッションを行った。また、全国規模の社会調査を実施するにあたり、情報収集やパラオでの政府・伝統的集落との調整作業を補佐する人員が必要となったため、社会科学チーム専任のアシスタントを現地雇用了。このことによってPICRC内における社会科学チームの体制が改善され、本調査に向けた作業効率が格段に向上した。（注：本アシスタントの雇用契約は平成29年1月にて終了。）本プロジェクトではパラオで初となる全国調査や観光キャリングキャパシティの推定にかかわる調査研究が実施された。これらの成果は現地観光関連企業に説明を行うとともに、政策提言のためのテクニカルレポートにもまとめられ、パラオ政府機関にも提出されている。これらの知見は、地元住民の理解を得ながらパラオでの持続的な観光産業の開発を進めていくうえでは必要不可欠であると考えられる。パラオが目指すハイエンド観光のテーマに沿った政策に本プロジェクトの提言が生かされることが期待され、さらに近隣各国での対策や方針決定にも影響を及ぼすことを期待する。

(5)「人材育成」グループ

(題目：PAN の能力強化)

(リーダー：木村 匡)

研究項目

1. パラオのPAN能力向上に資するトレーニング
2. パラオにおけるワークショップ開催支援

①研究のねらい

共同研究を通じ、PICRC による各州海洋保護区データの取得・解析、生態系モニタリング、社会学的・経済学的インパクト解析などに関する能力の強化をおこなう。また、持続的な発展に資する各種ワークショップ開催を支援する。

②研究実施方法

現地でのトレーニングおよびワークショップ開催、C/P スタッフの受け入れ、研究・調査過程でのノウハウの共有と、マニュアル化を実施する。パラオにおいて将来のサンゴ礁島嶼系維持管理を担うことになる若手人材を育成する。

パラオ国内ではPCCからPICRCへのインターン学生を本プロジェクトのPDが主体的に指導し、卒業研究を支援した。本プロジェクトでは、パラオ短期大学の学生に最先端の研究技術と生物多様性に対する意識の向上を促進することも期待されており、将来的にはパラオ国際サンゴ礁センターによって担われる研究や教育活動に対する地元からの理解向上だけでなく、パラオの若者に対する生態系保全についての啓蒙活動となると考えられる。

加えて、本プロジェクトによるトレーニングプログラムが担う能力養成分野では、本プロジェクトのモニタリングチーム、生物多様性研究チーム、気候変動研究チーム及び社会経済学的研究チームの活動によって得られる科学的データを生物多様性保全に役立てるためのツールとして、パラオの生物多様性保全を推進するための施策「保護区ネットワーク (PAN: Protected Areas Network) 法」により政府が推進している「保護区ネットワーク (PAN)」制度に着目し、この制度を担当する中央政府の PAN 事務局及びこの制度によって各地の保護区を管理する州政府における人材育成を行っている。

③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

C/P のスタッフである Victor Nestor 氏、Evelyn Otto 氏が琉球大学の修士課程に入学し、専門性の高い研究を実施した。PDらがC/Pスタッフとデータベース運用の引継ぎをおこなっている。また、海域調査ではMarine Gourzo氏が魚類調査分野を担当した。

台湾にて開催されたアジア太平洋サンゴ礁学会にてPIおよびPICRC職員らが参加、発表を行った。また、沖縄で開催された会合にて、パラオ前下院議員議長である Idechong 氏とディスカッションを行い、プロジェクト期間を通じて、教育面に関する協働を模索していく点を確認した。また、H28年度にはハワイで開催された国際サンゴ礁学会にて、C/Pスタッフらとセッションを開催し、発表支援をおこなった。

現地トレーニングとして「MPAにおける生態学的モニタリング」研修をH26年8月11日～22日の期間に実施した（州政府のコンサーベーションオフィサー（自然保護官）10名を対象として実施）。また、現地の若手育成のため、PCC学生を対象とした講義提供等を進めた（Island Times 紙“PCC students learn about DNA analysis and its applications for marine conservation” 2014年10月10日）。

④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

PICRC職員（Victor Nestor氏およびEvelyn Otto氏）に対して、本邦での大学院修士課程での研究実施から論文作成までを含めた総合的トレーニングを行った。PICRCにおける社会科学系人材育成への取組として、PICRC内に設置した社会科学チームとの協働体制を強化するために、PICRCに依頼して本プロジェクト専任の研究補助を1名雇用し、調査の効率向上を図った。また、社会調査に関して、調査票作成、配布・回収のアレンジや実施、調査結果の集計等を、PIの指示の下でPICRC側を中心に行うことにより、パラオにおける社会科学人材の育成を図った。

加えて、本プロジェクトによるトレーニングプログラムが担う能力養成分野では、本プロジェクトのモニタリングチーム、生物多様性研究チーム、気候変動研究チーム及び社会経済学的研究チームの活動によって得られる科学的データを生物多様性保全に役立てるためのツールとして、パラオの生物多様性保全を推進するための施策「保護区ネットワーク（PAN: Protected Areas Network）法」により政府が推進している「保護区ネットワーク（PAN）」制度に着目し、この制度を担当する中央政府のPAN事務局及びこの制度によって各地の保護区を管理する州政府における人材育成を行った。

JICA トレーニングのフォローアップ的な要素も含む州政府の自然保護官に対する生態学的モニタリング手法の技術研修と、PAN 事務局が PAN 制度を推進するため州政府に対して行う今後の研修の方針を検討するためのワークショップ等を実施した。以下にそれらの概要を記す。

1. 州政府対象研修「Ecological Monitoring of Marine Protected Areas (MPAs)」

州政府の自然保護官に対する研修は平成 26 年 8 月 11 日から 22 日にパラオ国際サンゴ礁センターにおいて実施した。目的は、州政府の海洋保護区のモニタリング能力を向上させることであり、潜水講習を行ってダイビングライセンスを取得した上で、基礎生態学や調査手法についての講義と潜水実習を行った。

（1）準備会合（H26 年 4 月 21 日～25 日）

研修に先立ち、パラオ国際サンゴ礁センターと研修内容、日程、カリキュラム及び講師等について検討するための準備会合を開催した。パラオ国際サンゴ礁センターにおける本研修の責任者を Geraldine Rengiil、現場担当者を Marine Gouezo とし、研究員の Shirley Koshiba と Lincoln Rehm が補佐に当たることとした。講師は、調査手法や生態学等についてサンゴ礁センター職員が行うと共に、PAN 制度や水産資源管理等について PAN 事務局の担当者や TNC 等外部機関の専門家にも講義を依頼した。

（2）研修実施（H26 年 8 月 11 日～22 日）

研修は平成 26 年 8 月 11 日から 22 日まで 2 週間にわたって実施し、PAN サイトに登録している 10 州から 10 名の自然保護官が参加した。研修では調査手法やモニタリング等の技術を習得すると共に、普段は各州で孤立している自然保護官が連携する機会となったこと、PAN 制度がパラオの国全体としての生物多様性保全にとって重要であることを理解することで、それに携わる自然保護官の責任が重大であることを認識できた。



（3）アイライ州政府研修にかかる準備会合（H27 年 5 月 19 日～25 日）

PAN 事務局の King Sam プログラムマネージャーをまねき、パラオ国際サンゴ礁センターの研修責任者及び現場担当者と共に、州政府対象のモニタリングについての研修の時期、内容、招聘する参加者等について検討を行った。研修の目的は、これまで複数の州政府を対象に実施してきたサンゴ礁モニタリングのフォローアップとして、保護区の管理に積極的なアイライ州を対象に、実際の保護区サイトにおいて具体的なモニタリング手法の実地研修とモニタリング計画の作成についての指導である。

（4）アイライ州政府対象サンゴ礁モニタリング現地研修（H28 年 2 月 8 日～17 日）

H28 年度にはコロール州に次いで人口の多いアイライ州を対象に、実際の州の保護区内においてモニタリング手法の研修（On site training on coral reef monitoring）を実施して技術的な能力養成をはかるとともに、モニタリング計画の立案方法を指導した。州政府を対象にした保護区の生物学的モニタリングについての研修として、平成 28 年度も、PAN 事務局と協議しながら、コロール州政府の自立的なモニタリング実施を目指した現地研修を実施した。保護区ネットワーク・システム管理・運営のための方向性の検討のため、27 年度実施できなかった、パラオの PAN サイト管理における州政府の管理能力についてのギャップ分析を行い、パラオにおける PAN サイト管理に関する州政府の管理能力の現状と課題を分析した上で、PAN システムの管理/運営のための戦略計画を実行するための今後の方針・方向性を検討し、プロジェクトのアウトプットとしての政策提言について PAN 事務局と協議した。その結果、州政府において PAN の管理活動を担当する自然保護官対象のモニタリング技術研修を継続的に実施する必要があるとともに、モニタリングや保全活動を計画、実施し、それらの結果を取りまとめて PAN 事務局に報告するための管理/運営能力の育成が必要であることが示唆された。そこで、今後プロジェクトの終了までに、モニタリング技術研修を継続的に実施していくための仕組みについての提案と管理能力養成のための研修の実施計画についての提案を具体的な政策提言として作成することとした。

国立の保護区である PAN サイトに登録しているアイライ州政府の保護区管理官を対象に、サンゴ礁モニタリングについての現地研修を実施した。研修にはパラオ国際サンゴ礁センター職員の他に PAN 事務局、パラオコンサベーションソサイエティー（PCS）、及びパラオコミュニティカレッジ（PCC）が協力し、サンゴ礁モニ

タリングの手法及び計画立案や保護区管理について指導した（Island Times 紙 “PICRC and partners offers specialized training for Airai Conservation Officers” 2016 年 2 月 9 日）。

2. ワークショップ「PAN Coordinators Workshop」の実施など

パラオでは、生物多様性保全のために、州政府が州内の自然環境保護区を国の保護区（PAN サイト）として登録すると、その管理経費を支援する「PAN 制度」を推進しており、各州政府は自州の中に自然保護官や PAN コーディネーターを設置し、保護区の管理及び保護に当たっている。しかし、実際には州の自然保護官や PAN コーディネーターは、海域の保護区の管理のためのモニタリングや調査等を実施しておらず、生物学的な情報を基にした効果的な管理が行われているとは言えない状況にある。また、PAN 制度を推進するための政府の担当部局である PAN 事務局についても、そのような州政府からのニーズや今後の PAN 制度を推進していく上で必要な研修や事業のための方針や計画が策定されておらず、長期的な能力養成の計画に基づく、効果的な指導が行われていない。そこで、PAN 事務局と連携し、各州政府が抱える保護区管理上の課題を把握し、その課題を解決するための研修内容を検討するために州政府の PAN コーディネーター/自然保護官を対象にしたワークショップを開催した。



（1）準備会合（H26 年 9 月 15 日～19 日）

PAN 事務局の King Sam プログラムマネージャーをまねき、パラオ国際サンゴ礁センターの研修責任者及び現場担当者と共に、ワークショップの時期、内容、招聘する参加者等について検討を行った。ワークショップの目的は、能力養成についての州政府からのニーズの把握であり、それらのニーズに対して国際サンゴ礁センターや PCS、TNC 等の専門機関がどのような支援を行えるかを議論し、今後の方針を検討することとした。

（2）ワークショップ開催（H26 年 11 月 20 日、21 日）

ワークショップは、PAN サイトを登録する 11 州から 16 名の自然保護官及び PAN コーディネーターが参加した。また、最終日には同 PAN サイトを登録する 4 つの州から州知事及び州知事代理が参加し、ワークショップの結果を共有するとともに、PAN 制度の重要性についての理解を深め、PAN コーディネーターとの緊密な連携や保護区の効果的な管理のための取り組みを強化することについて合意した。ワークショップでは、これらの成果が得られたと共に、PAN サイトの効果的な管理と各州政府の現状とのギャップを分析し、PAN 事務局自体の戦略的な管理計画に能力養成についての方針を反映させる必要性を確認した。

（3）ワークショップレポート発行（H27 年 2 月 3 日）

ワークショップでは、自然保護官及び PAN コーディネーターから、各州政府の PAN サイト管理に関する現状及び課題についての真摯な意見が得られた。これらの情報は、今後の方針を検討する上で非常に重要であるが、中には州政府の上層部の心情や内情等一般に公開する必要のない情報も含まれているため、ワークショップで得られた全ての重要な情報を記録する「Proceeding」と一般に公開し、今回参加できなかった州が情報を共有するための「Summary Report」の 2 種類の報告書を作成した。「Proceeding」は、今後の方針を検討するため、PAN 事務局及び国際サンゴ礁センター等事務局関係者のみが保管し、「Summary Report」は各州政府や関心のある一般市民に公開・配布することとした。



（4）州政府及び中央政府に対するワークショップ準備会合（H27 年 6 月 15 日～19 日）

パラオのサンゴ礁域の保護区を管理する上で、船舶の座礁事故における賠償責任の追訴や観光による負荷の軽減事業等のインセンティブを高めるため、サンゴ礁の経済評価に対する要望が高い事を受け、以前にパラオの広域海洋保護区の経済評価を行った専門家によるサンゴ礁の経済評価に関するワークショップを開催するための準備会合を行った。会合には、PAN 事務局の King Sam プログラムマネージャー、パラオ国際サンゴ礁センター CEO の Yimnang Golbuu 及び研修担当者の Geraldine Rengiil とともに対象者、実施期間等を検討した。平成 28 年 2 月下旬に、日本の環境省が事務局を務める国際サンゴ礁イニシアティブ (ICRI) の活動の一環としてフィリピンで開催される「熱帯海洋生態系管理シンポジウム」に上記専門家が参加するため、そのシンポジウム直後にワークショップを開催することで、フィリピンからパラオまで専門家を

招聘することとした。

(5) サンゴ礁経済評価ワークショップ開催 (H28 年 3 月 3 日、4 日)

フィリピンで開催された国際サンゴ礁イニシアティブ (ICRI) による「熱帯海洋生態系管理シンポジウム」に参加していた環境経済学の専門家である Nicolas Pascal 博士と Angelique Brathwaite 女史 (両者とも Blue Finance 所属) を招聘し、サンゴ礁の経済評価移管するワークショップを開催した。対象は、中央政府の PAN 事務局及び環境保護局 (EQPB)、コロール州政府、パラオコンサベーションソサイエティー (PCS) 等、パラオにおけるサンゴ礁保全に関わる政府関係者及び NGO である。ワークショップでは、サンゴ礁における経済評価の概要に関する講義を行った上で、パラオにおけるサンゴ礁経済評価の目的及び今後の方針について、参加者との議論を行い、パラオのサンゴ礁経済評価における今後のロードマップを作成した。



サンゴ礁の経済評価ワークショップの様子



ワークショップ参加者

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況 (あれば)

アクアマリン福島および沖縄美ら海水族館での PICRC 職員 2 名についての研修および琉球大学での研究機器・施設の維持管理および標本展示等に関する研修に加えて、鳥羽水族館での職員研修を実施した。本プロジェクト期間中には延べ数百人の高校生、短大生を含め、現地保護官、政府機関関係者へのセミナーなどが開催されてきた。これらの人材が、今後もパラオ国内にとどまり、政府や産業の担い手となっていく過程で、パラオにおける持続的な社会形成にわずかながらも資することが期待される。また、PAN の在り方については、本プロジェクトでのギャップ分析ワークショップやセミナーを介して得られた問題点や課題解決の方法なども含めた提言をおこなっている。PAN 事務局がそれらを真摯に受けとめ、政府と連携しつつ、将来の効果的なサンゴ礁島嶼生態系の保全を持続的に進めていくための仕組みづくりを進めていくことが期待される。

(6) 「普及啓発」グループ

(題目名：パラオの生物と自然に関する意識啓発)

(リーダー：土屋 誠)

①研究のねらい

気候変動を含め、自然環境に大きな変化が起こっている現在、自然に対して広い年齢層が自然に関心を持ち、環境保全に努める必要がある。そのために特に若い世代を対象とした普及啓発が重要と考える。パラオの日常風景・日常生活の中に存在する自然を取り上げ、それらを観察し、興味ある現象について学ぶ方法を紹介するためのガイドブックを作成し、高校生などに関心を持ってもらう。

②研究実施方法

生物と自然を主題としたガイドブックの作成、シンポジウム開催、水族館展示 (タッチパネル・テーマポスター) 作成、PCC での高等教育に関する議論 (PCC の卒業生を琉球大学の学部生として編入する計画についての議論) をおこなった。ガイドブック作成では、編集委員と、各各項目の執筆者リストを作成し、制作スケジュールを議論したうえで、各執筆担当者に執筆を依頼し、編集者による査読を行い、著者と密接な連絡を取りながら原稿を完成させるプロセスを踏む。また、発行したガイドブックが広く若者の啓発に活用されるように、パラオ教育省を介して国内すべての公立高校に必要な部数と、短期大学で必要となる部数を算定する。

③当初の計画 (全体計画) に対する現在の進捗状況：

パラオの EQPB からの参加者を含むアジア太平洋地域やカリブ海地域の各国からの研修生を対象とした JICA 研修会「環境影響評価研修」において、「Ecosystem services of coral reefs: for the discussion in the environmental impact assessment」と題した講義を提供した。さらに同様の地域からの研修生 (パラオからの 2 名を含む) を対象とした JICA 研修会「Conservation and management of water environment in Island countries」において、「Island environment: biogeochemical cycle via water dynamics」と題した講義の提供をおこなった。2014 年 3 月には PCC を会場として、

パラオの研究者、漁業管理者、環境政策実施責任者、PAN ファンド責任者などを交えて自然科学と社会科学の融合について議論するシンポジウム「Integrated discussion on the connectivity between nature and human society」を実施した。ここでは、パラオの政策担当者との意見・情報交換が行われ、本事業の目標であるサンゴ礁島嶼生態系保全政策の提言に向けた理論と実践の統合の必要性や可能性について認識を共有する貴重な機会となった。マングローブ生態系サービスについては、パラオで得た情報と文献調査による情報収集を基礎としてまとめ、日本側研究者らや他のパラオの研究者とともに論文を投稿し、受理された。そこでは陸域からサンゴ礁域に流入する有機物の動態について整理し、サンゴ礁に流入した陸域起源の物質の移動が海岸の地形の特徴によって影響を受けることを考察した。パラオで得たさまざまな情報を勘案しつつ、サンゴ礁、マングローブ、砂浜、海草帯などの生態系サービスに関する記述を含む書籍を上梓した。ガイドブックは本プロジェクトによる研究成果の一部を紹介しつつ、高校生などにも理解しやすいものにするので、パラオの人材育成に多大な効果を上げるものと期待される。またパラオの若者のみならず、海外からの旅行者などへのアピールも考えられる。

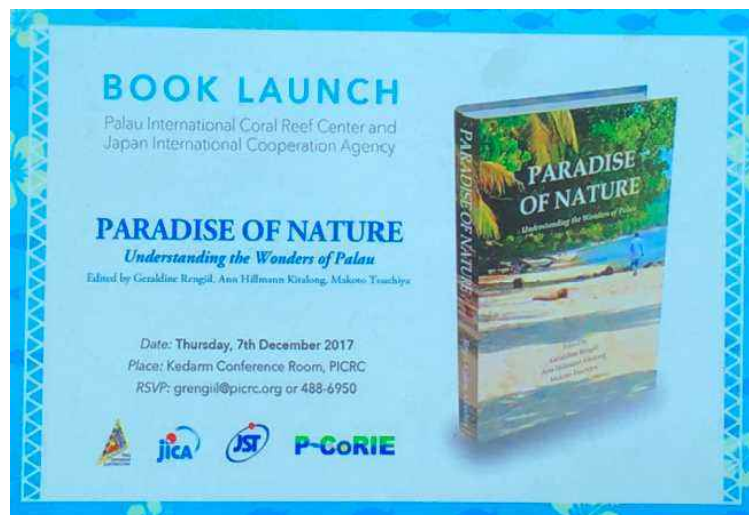


図 現地カウンターパートらと発行したパラオの自然ガイドブックお披露目の案内状

④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

ガイドブック執筆者には多くの PICRC の研究者が含まれている。またガイドブックに必要な写真撮影に PICRC の職員が関わっており、さらに編集作業は PICRC の職員が担当している。これらのメンバーは今後、出版社との交渉やレイアウト、校正作業にも携わるので、本の出版に関する全体的なノウハウを伝授することになる。成果物は今後パラオの高校生などに配布予定であるので、教材として活用可能である。また、また、2018 年 2 月には現地小中学校の教員を招いたガイドブック利用に関するセミナーを開催した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

ガイドブック作成は当初計画に含まれておらず、新たに設定された課題であるが、人材育成や環境保全に関して重要な課題であることをメンバー全員が認識して展開された。ガイドブックの作成中に得られた多くの情報は、日本国内で出版された子供向け書籍や、さまざまな講演・講義にも利用されており、大きな成果が得られている。

Paradise of Nature を出版した後、2018 年 2 月に高校生、短大生を対象とし手本を利用したセミナーを開催した（講師は SATREPS のメンバー）。教員を含め、延べ 100 名ほどの参加があった。パラオの身近な生物や観光、自然の価値評価に関する話題をわかりやすく説明する講習会は現地の教員にとっても新鮮であったようで、PICRC として、パラオのメンバーを講師としてこのようなセミナーを継続して開催したいという考えを聞いている。またパラオ教育関係者は本の内容を基に、タブレットを用いたアプリ開発・利用を考えており、将来幅広く利用され、若者の教育に貢献することが期待される。

II. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

プロジェクト全体の現状と課題： 主要カウンターパートである PICRC ではプロジェクト開始後の H26 年度後半に大規模な組織改編が行われた結果、研究人員の不足が明確化し、具体的な対応としての人材投入のタイミングや規模についてより工夫が必要であると考えられた。特に、プロジェクトにおける課題・不安材料としては、C/P 研究部門スタッフが海外への留学などで流動的に抜けるなど安定していない点が挙げられていた。

特に 27 年度以降には PICRC スタッフ個々人の仕事量が急増したと考えられ、日本側 PD らとの連携が滞る場合も見られた。さらに、海域での調査などは気象により左右されてしまうこともあり週・月単位での作業工程を作っている、実施できない状態が多々起きうるため、C/P および日本側研究者らとの日程調整が難しい場合がみられた。そのため、C/P との役割を明確にしつつ、分担してプロジェクトを進めていくための体制づくりとして、PO の見直しと整備を進めた。本プロジェクトは日本側研究者のほとんどは大学教員であるため、チーフアドバイザーはじめ技術専門家が常駐しないプロジェクトであった。プロジェクト立ち上げ当初から、不断の協働関係を築くことが進捗上のカギであると考えられたため、プロジェクトでは日本側で雇用した複数のポスドク研究員や産学官連携研究員をできる限り現地に長期（約 3 か月単位）で派遣し、現場での動機づけやプロジェクト促進のインセンティブとなるような、国際学会での共同発表や、共通の目標設定をおこなった。また、パラオの C/P 組織に常駐する現地調整員には、PICRC のウィークリーミーティングに参加してもらい、C/P から日本側への要望や、プロジェクト遂行上の課題などの吸い上げや、日本側からの要望などを現場で認識・確認してもらう上での協力をいただいたことで、連携をより強める工夫として、相互のスケジュール調整を定期的の実施しつつ、C/P の通常業務体制とのすり合わせを進めつつ、財政収入源となっている実験室スペースのフェアシェア体制を築くことができた。

各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・自立発展性・インパクトを高めるために実際に行った工夫：「プロジェクトの成果が、パラオにおけるサンゴ礁島嶼生態系の維持管理に係る政策の立案・実施に活用される。」をプロジェクト目標として挙げているが、現時点で目標達成への道筋が明確ではないため、具体的な目標を設定し、それらに向けた分担実施を進める。その過程で現在複雑で分かりにくいとされている Project Design Matrix(PDM)の大幅な整理見直し、Plan of Operation(PO)の改訂を C/P らと行ってきた。また、C/P の広報担当者と連携し、プロジェクト関連のイベントごとにプレスリリースをパラオ国の主要マスコミに提供してもらっており、現地新聞などではプロジェクトについての報道が節目ごとに行われた。

プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項：現在、研究補助員として 2~3 名を現地雇用することで人手不足を補っているが、これまで供与先と想定していた人材である若手研究者の他機関や海外への流出が進んでおり、C/P への技術供与と継続性を十分に担保する上では、憂慮すべき状況であると考えられる。調査・研究を C/P と密接に実施する必要があったが、研究部門人員の流出が起こっており、プロジェクト進捗にも影響を及ぼしうる事態であった。そのため、PICRC スタッフの充実化のための予算確保が求められているといえる。プロジェクト期間中の対策としては、供与相手（個人）の技術移転のみでなく、マニュアル作成と相手側組織への共有をおこなった。また、C/P との協働については上述のスケジュールすり合わせなどにより大幅な改善がなされつつあるが、潜水調査時の安全性確保の面からも、PICRC の通常業務との重複が多くなる時期には、パラオにおいて C/P 外からの潜水補助員雇用による人的不足分を補う必要が出たため、やはり PICRC 側スタッフの人材確保・長期雇用につながる工夫が求められる。

また、室内における実験実施において、PICRC の収入源の一つでもあるレンタル実験室スペースを圧迫しているという実情がプロジェクト前半期に存在していた。そのため、プロジェクトで使用している分子生物学分野の研究資機材を C/P でもある PCC の実験室（学生教育にも使用）に統合、さらに、PICRC のラボスペースを拡充するための倉庫スペースの拡張工事を実施することで解決がみられた。その副次的効果として、PCC 学生の授業実習が充実化し、PCC との連携がより進んだといえる。また、PCC 学生の中でも遺伝子解析に興味を持つ学生を延べ 10 名現地で臨時雇用し、研究を一緒に行うことでトレーニング効果が生まれた。一部学生はその後海外の 4 年制大学に進学するなど、パラオの若手が実際に理系の研究者として成長していくための最初のステップとなったと言える。中盤以降、生物試料・遺伝子試料を日本に持ち帰り分析する際に試料の劣化が考えられたため（移送中に十分な冷蔵ができない）、直接現地からのシーケンス分析を外注する方策を探り、韓国・グアムなどでの解析外注の仕組みを利用したパラオベースでの独自の遺伝子解析の道筋を作った。今後は、同様のプロセスを介すことで、パラオ側研究者が遺伝子を基にした解析を行うためのノウハウを活かせるかがカギとなるが、今のところ人材不足であると言える。

最終目標の一つである政策提言をより有効なものとするため、対象国の政府関係者および NPO/NGO 関係者を JCC メンバーに加えた。また、天然資源省の大臣をそのメンバーに組み込むことで、よりニーズに合ったプロジェクト推進が可能になると思われる。また、PAN 事務局を主体としてパラオ国内での保全体制が整備されつつあり、事務局の King Sam 氏と連絡を取りあいながら提言の取り込みを検討してもらっているが、州知事選・州議員選などへの立候補を検討しているとされ、後継者不明の状態である点が危惧される。将来（プロジェクト修了後）を見越して、政府関係者、特に各州のレンジャーの育成と取り込みが重要であると思われ、SATREPS 枠で実施するトレーニングについて、相手国研究機関職員への参加呼びかけを行いつつ、良好な関係を維持することが重要であった。プロジェクトの成果やイベントについては、現地メディア（新聞・ラジオ）への取材依頼を積

極的に行っており、プロジェクトに関連した記事掲載につなげている。また、最終成果をシンポジウムで発表する際に、パラオ語訳したうえで複数回ラジオ放送やYouTubeによる公開をおこなった。また、日本国内でのフォーラムや講演会などでは、他の大洋州からの参加者らとともに参加していたパラオ政府関係者（国務大臣やパラオ駐日大使ら）に向けて本プロジェクトの成果を報告し、その後、パラオでの保全政策やPALM8などの国際会議でのパラオ-日本の国際連携事例の紹介について意見交換を行った。

現在、自然科学と社会科学の両方で、人材不足が慢性化しているパラオ国内では、自然科学系と社会科学系相互の考え方をふまえた調査実施、データ解析をおこなえる段階に至る人材育成までは難しいと考えられる。特に、PICRCではいずれかの専門に特化した人材を維持するだけで精いっぱいな状況であるが、両者間での情報統合を視野に入れたアイデアを出し合えるような人材育成に向けて、発展的な人材育成を目指した提言が必要であるといえる。

Ⅲ. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

カウンターパートであるパラオ地域短期大学（PCC）施設内にパラオで初となる遺伝子実験・研究施設が整備され、プロジェクト研究員らによる現地学生への指導がおこなわれた。



写真 パラオ短期大学構内に整備された、国内初の遺伝子実験施設（2017年3月撮影）

社会科学系の研究と自然科学系の研究がパラオにおけるサンゴ礁島嶼生態系の保全に資するための方策を議論・共有するべく、シンポジウム「Integrated discussion on the connectivity between nature and human society」を実施したが、H26年11月にはそのフォローアップとなるシンポジウムとして「Connectivity between mangrove and coral reef ecosystems with reference to their ecosystem services」を開催し、C/P研究者・プロジェクト関係者に加え、パラオ政府関係者らが参加し、情報共有と議論を進めた。

日本国内でのパラオ側人材の育成への道筋として、PICRC職員の大学院修士課程での研究が進められた。人材育成の面では特に、PCCからの短期学生インターン（約3か月/1ターム）受け入れを進め、一連の協働作業を通じて研究に必須となる手法や、解析方法についての指導など、現地短期大学生の教育面での関わりについて、一連の流れをC/Pとも共同で行える体制が整備された。

カウンターパートであるPICRCやPCCに加え、現地NPOやNGO関係者らを著者に招いて、現地のかげのない自然や生物・環境について、子供から大人までにわかりやすく解説したガイドブックを編集した。このガイドブックでは、気候変動を含め、自然環境に大きな変化が起こっている現在、パラオの自然に対して広い年齢層がより関心を持ち、環境保全に努めていくために、日常風景・日常生活の中に存在する自然を取り上げ、興味ある現象について学ぶ方法を紹介しており、現地高校生・短期大学生を対象に、教材として配布をすすめた。

(2) 社会実装に向けた取り組み

社会経済学的チームによるこれまでの研究により、パラオにおける観光客数の増加に伴うサンゴ礁への影響が懸念され、パラオ政府に対して非熟練ダイバーや海水浴（シュノーケル）客によるサンゴ礁への負荷にたいする低減策の提案が必要とされている。そこで、ダイビングやシュノーケリングによるサンゴ礁への負荷を軽減するため、UNEP（国連環境計画）が推進しているダイビング業者に対する認定制度である「Green Fins」手法を紹介し、負荷低減策についての具体的な政策提言として同手法がパラオに導入できるかを検討するため、3月下旬に

ワークショップを開催した。ワークショップは本プロジェクトとパラオ自然保護協会（PCS: Palau Conservation Society）及び Green Fins 手法を実施している英国の NGO である Reef-World Foundation との共催で行い、パラオ政府天然資源環境観光省観光庁（Bureau of Tourism）、パラオ観光局（Palau Visitors Authority）、コロール州政府等の他に地元ダイビングショップ等の観光業者も参加した。その結果、「Green Fins」手法のパラオ国内への導入が検討され、そのための今後の実施計画としてのロードマップを作成した。



ロードマップ（実施計画案）の作成風景



参加者集合写真

プロジェクトの各研究成果の論文化と並行して、それぞれの研究テーマを一般向けに分かりやすく解説した Technical Report 形式で取りまとめることが決まっており、最終年度には PICRC の正式な報告書として完成させたい。また、政策提言にかかる部分を取りまとめたうえで政策決定者向けサマリーを作成し、政策提言にかかる部分を取りまとめた政策決定者向けサマリーとともに、パラオ政府機関や関連する州への政策提言パッケージとして PICRC から提出した。

IV. 日本のプレゼンスの向上（公開）

（2014 年度）

- ・ 5 月 20 日、大使館をプロジェクトから中村、中谷、JICA 支所から松井支所長が訪問し、田尻大使、安沢審議官、中西専門調査員に進捗状況を報告した。同日、田中理事と中村、河井、Julien、Yuen、中谷が情報交した。
- ・ 6 月 6 日、PICRC で全職員の会議が開かれた。各部署がパラオの来年度（2014/10 - 2015/9）の事業計画を発表。P-CoRIE は研究教育部の活動の一部に位置づけられている。中谷が計画概要を報告した。
- ・ P-CoRIE の CP 機関のひとつであるパラオコミュニティカレッジ（PCC）で、PICRC と PCC の合意文書が署名された。この合意は、PICRC で実施された先のプロ技（Capacity Enhancement Project for Coral Reef Monitoring）で作成されパラオ政府により承認されたモニタリング・プロトコルの普及を PCC と PICRC が共同で実施し修了者に認定証を発行するものである。サステナビリティに大きく貢献するものと考えられる。この枠組みを利用して P-CoRIE の普及活動の一部も実施されることになる。
- ・ 6 月 17 日と 18 日、フィリピン・ケソンシティのフィリピン大学 Diliman 校で開催された、SATREPS プロジェクト（Integrated Coastal Ecosystem Conservation and Adaptive Management Under Local and Environmental Impacts in the Philippines）の成果発表会に PICRC の Ms Mingrang Kloulechad 総務部長と中谷が参加し情報交換を行った。Ms Kloulechad は、パラオとミクロネシアに保全の動きに対する PICRC の貢献について情報提供した。また、翌日開催された同プロジェクトの第 5 回 JCC にオブザーバーとして参加した。
- ・ 6 月 23 日、PICRC 新理事に就任した Dr Robert Richmond（Univ. of Hawaii, 国際サンゴ礁学会会長）と中谷が面談し P-CoRIE について説明した。

- ・ 6 月 24 日、鹿児島大学国際島嶼教育研究センターの長嶋教授（日本島嶼学会会長）が PICRC を訪問。中谷が P-CoRIE の説明をした。
- ・ 6 月 30 日、東京大学アジア生物資源環境研究センター准教授・岩滝光儀博士が PICRC および P-CoRIE を訪問、中谷が PICRC の施設の案内と P-CoRIE について説明した。
- ・ 7 月 4 日、PICRC 会議室でパラオ派遣の青年海外協力隊員の定期会合が開催された。中谷が P-CoRIE および海の危険生物についての説明を行った。
- ・ 7 月 15 日、JICA 本部財務部経理支援課から濱田職員、決算課から加藤職員が PICRC・P-CoRIE を訪問した。中谷が会計に関する指導を受けたのち、PICRC の施設や P-CoRIE で調達した機材を説明した。
- ・ 7 月 16 日、下水処理が専門の鎌田・国際協力専門員が P-CoRIE を訪問した。中谷が P-CoRIE 全般の説明、河井 PD が P-CoRIE の水質調査・機材について説明した。
- ・ 8 月 5 日、東洋大学国際地域学部・荒巻俊也教授と 5 名の学生が PICRC を訪問した。PICRC の設立の経緯、設立以来の日本の技術協力、P-CoRIE の概要を中谷が説明した。
- ・ 8 月 11 日～22 日、P-CoRIE の普及教育の一環としてパラオ各州の保護官を対象としたサンゴ礁モニタリングに関する研修を PICRC と PCC との共同事業として実施した。これは、P-CoRIE の成果をサンゴ礁保全活動につなげ、また、先の JICA 技協（サンゴ礁モニタリング能力向上計画）で作成したモニタリング・プロトコルを活用し PAN の枠組みを通してサンゴ礁保全に活かそうというものであり、技協のサステナビリティにも大きく貢献する。当研修の開始式には在パラオ日本大使、パラオ天然資源環境観光大臣、PCC 学長らが挨拶し、成果への期待の高さが伺われた。
- ・ 8 月 26 日、9 月 2 日、9 日および 16 日に「地球の歩き方」で募集したボランティアツアー参加者を P-CoRIE 教育普及の一環として受け入れた（写真）。各回、5～14 人の主に邦人大学生が参加した。中谷が PICRC の設立と活動、PICRC に対する JICA の技術支援と P-CoRIE の概要を説明、PD 河井が実施する海水の科学的測定に同行した後、飼育サンゴの世話や水族館で展示用の動植物の採取などを行ってもらった。
- ・ 2014 年 10 月 1 日、パラオ独立記念日に来パ中の中根外務政務官が PICRC を訪問、中谷が PICRC の設立、それ以後の日本の技術協力特に P-CoRIE について説明し、施設を案内した。
- ・ 10 月 6 日、11 月 10 日、パラオダイビング協議会の会合に河井 PD が参加した。
- ・ 10 月 7 日、地元のラジオ・ショー"Weekly Environmental Hour"に CP の Asap Bukurrou が出演し P-CoRIE の海水水質観測について説明した。
- ・ 11 月 3 日、中村・土屋・中谷、Idechong PICRC 理事長、Tellei PCC 学長、Golbuu PICRC CEO と会談し、P-CoRIE の今後の展開について議論した。
- ・ 11 月 3 日、中村・土屋・中谷、Sengebau 天然資源・環境・観光大臣、Sam PAN 事務所所長と会談、P-CoRIE の今後の展開について議論した。
- ・ 11 月 11 日、河井 PD がパラオダイビング協会会員らと観光客が頻繁に利用する小島周辺の水質調査を実施。
- ・ 11 月 24 日、PCC で 2nd P-CoRIE symposium を開催。
- ・ 11 月 25 日、JCC2 開催。
- ・ 12 月 3 日、中村 CA、中谷、松井 JICA 支所長が日本大使館・田尻大使、中西専門員にプロジェクトの進捗を説明した。
- ・ 12 月 3 日、京都大学経営管理大学院主催の The 4th International Conference on Implementation of Technical Assitance for Road Asset Management in Asia and Pacific に参加した。また、参加者に対し、PICRC と P-CoRIE について説明を行った。
- ・ 12 月 11 日、Julien Lorion PD が PICRC で実施された JICA 研修 "Conservation and Sustainable Use of Coral Reefs and Other Coastal Ecosystems"（P-CoRIE の PI である木村さんがコーディネートし、P-CoRIE 構成メンバーである PICRC 研究員らが講師などとして参加）で、Connectivity for effective spatial design of MPA network と題した講義を行った。
- ・ 12 月 15 日、河井 PD が PICRC でパラオダイビング協会会員らに対し P-CoRIE の調査結果の説明を行った。
- ・ 12 月 16 日、出口・共同通信マニラ支局長が PICRC を訪問した。中谷が PICRC と PICRC に対する JICA 技術協力の概要について説明した。
- ・ 12 月 18 日、PICRC に供与した DNA 分析関連機材の一部を PCC の実験室に移すための合意書に PICRC CEO・Dr. Golbuu と PCC 学長・Dr. Tellei が署名した。
- ・ 1 月 6 日、中谷が NHK・川島記者から、パラオとパラオ在住の生物学者（倉田洋二氏）について電話インタビューを受けた。



- 1月18日、PICRCは設立14周年記念としてファンドレイジング・パーティーを開催した。
- 1月19日、JICAによる調査「小規模島嶼国における地域振興の在り方調査研究」の一環でパラオ訪問中のコンサルタント（ICNet・西山さん、国際航業・高沢さん）からインタビューを受けた。
- 1月から5月、PICRCがPCCから3名のインターンを迎えることになり、Julien Lorion PDがそのうちの1名に対し、DNA分析に関する指導を行うことになった。
- 1月29日・30日、フィリピンで実施されているSATREPS（"Integrated Coastal Ecosystem Conservation and Adaptive management Under Local and Global Environmental Impacts in the Philippines (CECAM)"）の2nd Regional Conference “Linking science and policy towards community resilience in a rapidly changing Asia-Pacific”がフィリピン大学海洋科学研究所（フィリピン・ケソン市）で開催された。PICRC研究部長・Geraldine Rengiilと中谷が参加した。P-CoRIEのパラオの沿岸環境・資源の保全への貢献について報告するとともに、CECAMメンバーや他の東南アジア諸国からの参加者と情報交換を行った。
- 2月2-4日、JICA広報誌”Mundi”編集長・古田さんが鈴木カメラマンとともに島嶼域での技術協力をテーマにした特集の一環としてPICRC取材した。中村チーフアドバイザー、河井PD、中谷、山上JOCV隊員（環境教育）らが対応した。
- 2月、Julien Lorion PDがパラオ高校の5人の生徒を対象にPCCにおいて週2回、3週にわたりDNA分析に関する講義と実習を行った。
- 2月11日、PICRCの別館（宿泊・研究棟）の起工式が行われ、大統領や建設大臣、複数の国会議員、州知事、中華民国大使らが参加した。

（2015年度）

- 2015年4月8日、天皇皇后両陛下がパラオを訪れ、PICRCを訪問した。Golbuu所長、Bukurouアクアリストが水族館の展示について説明した。同夜、両陛下が在留日本人と面談され、中谷がP-CoRIEについて簡単に説明した。
- 5月15日、新たに着任された日本大使館・富田参事官が松井JICA支所長とともにPICRCを訪問、中谷がP-CoRIEについて説明し施設を案内した。
- 5月19日、木村PIとともに水産局のシャコガイ養殖プロジェクトに曾根・海外漁業協力財団専門家を訪問し水産分野の技術協力や水産無償事業に関する情報交換を行った。
- 6月17日、国際農林水産業研究センター大前主任研究員、飯泉主任研究員がPICRCを訪問、中谷・木村がP-CoRIEの概要と現状について説明した。（後日、同センター提案によるパラオでの研究計画が採択され、P-CoRIEとの協力が期待される。）
- 6月22日、フルノ電機（株）営業担当部長らがPICRCを訪問した。PICRC CEO、P-CoRIEメンバーとともに雨量などを測定するための天候レーダーについて情報交換した。
- 7月16日、（財）国際環境技術移転センター職員2名が9-10月にパラオで実施する海外派遣研修の準備のためPICRCを訪問した。中谷からPICRCおよびP-CoRIEについて簡単な説明を行った。
- 7月31日、日本大使館に中村CA、中谷、松井支所長が田尻大使、富田参事官を訪ねプロジェクトの進捗を説明した。
- 8月11日、JICA・伊藤監事が松井支所長とPICRCを訪問、中谷が施設を案内した。
- 8月18日および9月1日「地球の歩き方」で募集したボランティアツアー参加者（大学生4名および7名）をP-CoRIE教育普及の一環として受け入れた。中谷がPICRCの設立と活動、PICRCに対するJICAの技術支援とP-CoRIEの概要を説明した。
- 8月20日、三原朝彦衆議院議員が支持者の方々とPICRCを訪問した。PICRCの設立と活動、PICRCに対するJICAの技術支援とP-CoRIEの概要を中谷が説明した。
- 8月31日、PICRC会議室で、上智大学・Association for Promotion of International Cooperation (APIC)と在パラオ日本大使館が主催するシンポジウム “Symposium on Environmental Preservation in the Pacific Region – Crating Best Practice for Sustainable Management”が開催され、P-CoRIEカウンターパートらや中谷が参加した。
- 9月28日、（独）環境再生保全機構が（公）国際環境技術移転センターの協力を得てパラオで実施した海外派遣研修の一環で参加者10名あまりがPICRCを訪問した。中谷がPICRCの設立の経緯やJICA技術協力について説明した。
- 10月2日、中間レビューのための調整会議がJICA本部で持たれ、中谷・松井支所長がパラオ支所で、中村CAが沖縄からWeb会議に参加した。
- 10月6日～22日、中間レビューのため、（株）アイコンズ・望月さんがパラオに滞在。PIs、PDs、調整員全員が調査に協力した。
- 10月21日、午前中にPre-JCC Meeting “P-CoRIE Update and Next Steps”、午後にJCC3を開催した。また、翌

22 日午前中に Post-JCC Meeting を開催し、JCC で発表された評価団からの提案への対応を協議した。

- 11 月 2 日、JICA 本部で中間レビューの帰国報告会がもたれた。中谷・松井支所長がパラオ支所で、中村 CA が沖縄から Web 会議に参加した。
- 11 月 3 日、パラオで実施される水産無償案件の調査団（水産エンジニアリング（株）鳥居職員・小笠原顧問、（株）国際水産技術開発寺井相談役）が PICRC を訪問した。中谷が PICRC の施設を案内し、P-CoRIE について説明した。
- 12 月 17 日、参議院議員の ODA 調査団（赤石清美、石井正弘、長浜博行、辰巳孝太郎、山口和之議員および参議院職員）が PICRC を訪問、Yimnang Golbuu CEO が PICRC に関する説明を行った。
- 12 月 21 日、アクアマリンフクシマの水谷・生命の進化チームリーダーおよび春本職員が PICRC に 10 日ほど滞在しており、中谷と PICRC および Palau Aquarium の動向や予定されている PICRC Aquarists の業務出張などについて調整を行った。
- 2016 年 1 月 14 日、JICA ミクロネシア支所の渡辺企画調査員が PICRC を訪問。国別研修・水衛生管理と P-CoRIE との連携について中谷と意見交換を行った。
- 1 月 20 日、（株）国際開発ジャーナル社会長・荒木氏、JICA 本部国内事業部・岩切部長らが PICRC を訪問、中谷が上田 SV（マーケティング）とともに PICRC および P-CoRIE の概要を説明し施設を案内した。
- 1 月 31 日から 2 月 12 日の間、「パラオ国際サンゴ礁センター建設計画（1998～1999）のフォローアップ調査が実施された。資金協力業務部実施監理第三課・西山主任調査役およびシステム科学コンサルタント（株）から 4 名の技術者が PICRC で調査を行った。この調査の目的は施設の維持管理、特に併設されている水族館のエネルギー効率を改善することであった。PICRC の研究活動について中谷が情報を提供した。一方、この調査に際し、P-CoRIE に供与機材として含まれる 100KVA 非常用発電機の設置方法を検討していただくようお願いしていた。この件に関する調査団の見解としては、既存の非常用発電機（65KVA）の状態が良く、P-CoRIE で新規に導入した機材等を停電時に機能させるためには建屋の配線を改良するなどに対応が可能というものであり、PICRC 側も基本的に納得している。
- 3 月 21 日、HIS で広島国際大学を対象に企画・募集したボランティアツアー参加者（医療栄養学部尾形教授研究室所属学生 4 名）を P-CoRIE 教育普及の一環として受け入れた。中谷が PICRC と P-CoRIE の概要を説明した。
- 3 月 26 日、「地球の歩き方」で募集したボランティアツアー参加者（大学生 2 名）を P-CoRIE 教育普及の一環として受け入れた。中谷がサンゴ礁保全の意義、PICRC の設立と活動、PICRC に対する JICA の技術支援と P-CoRIE の概要を説明した。

（2016 年度）

- 2016 年 5 月 25 日、宮田新 JICA パラオ支所長が松井現支所長および JICA 東南アジア大洋州課・横田職員と PICRC 訪問。中谷現地調整員が PICRC と P-CoRIE の概要を説明した。
- 5 月 31 日、PICRC CEO: Dr. Golbuu、研究部長 Ms. Rengiil、P-CoRIE PD: Dr. Lorion、中谷現地調整員が Palau Community College President: Dr. Tellei を訪問。CP の配置、DNA 実験室の保安などについて依頼した。
- 5 月 31 日、吉田企画調査員が訪問。中谷現地調整員が水環境プロジェクトとの協力について意見交換した。
- 6 月 8 日、神戸動植物専門学校から 24 名の学生が PICRC を訪問した。本郷 PD が P-CoRIE の研究活動について説明した。
- 6 月 10 日、PICRC が実施した社会科学的調査などに関する報告会が開催され、P-CoRIE の CP らと中谷現地調整員が出席した。
- 7 月 12 日、JCM 会議のために来パした、外務省国際協力局気候変動課・川村課長補佐、経済産業省産業技術環境局環境政策課地球環境連携室・河村係長、日本大使館・持田専門調査員が PICRC を訪問、中谷現地調整員から PICRC の概要、P-CoRIE を含むこれまでの JICA の技術協力を説明、施設を案内した。
- 7 月 27 日、宮田 JICA 支所長と Golbuu CEO により、無償フォローアップ協力計画の署名がされた。これにより、非常用発電機から実験室への配線整備がなされる。また、P-CoRIE で予定されていた、非常用発電機そのものの供与・設置は行わないこととなった。
- 8 月 5 日、穴見陽一衆議院議員、広瀬・アジア太平洋国会議員連合事務総長、日本大使館富田参事官が PICRC を訪問し、中谷現地調整員が PICRC と P-CoRIE の概要を紹介し施設を案内した。
- 8 月 10 日、パラオ観光協会 (Palau Tourism Association) 主催による Tourism Symposium が開催され、PICRC CEO Dr. Golbuu や中谷現地調整員が参加した。
- 8 月 23 日・24 日、Environmental Symposium が開催され、CP や中谷現地調整員が参加した。
- 8 月 25 日 PICRC 理事会が PICRC で開催された。中谷現地調整員が参加し JCC4 の開催予定について報告した。

- 9月8日、PICRC 理事会（来年度計画の承認）、中谷現地調整員が参加。P-CoRIE の政策提言についての道筋について説明した。
- 同日、琉球大学学長補佐・石川教授、観光産業科学部経営学科福学部長兼学科長・橋本教授らが PICRC を訪問。今後太平洋諸国から琉球大学への留学生受け入れ計画について説明を受け、意見交換をした。
- 9月14日、三重県にある（財）国際環境技術移転センター・地球環境部喜瀬事業企画課主任、同部竹ノ内事業推進課主任が PICRC を訪問。三重県とパラオとの友好提携締結 20 周年に向けたイベントについて相談を受けた。
- 9月15日、PICRC がインターンとして受け入れ、その間、本郷 PD が指導する高知大学農学部学部生・久保穂波さんの指導教官・池島准教授を迎え、Rengiil 研究部長、本郷 PD と活動方針を検討した。
- 9月21日、P-CoRIE Research Symposium および JCC4 を開催した。
- 9月26日、国立研究開発法人・国際農林水産業研究センター（JIRCAS）が今年度からパラオで開始する Development of Sustainable Resources Management System in Palau Project について説明を受けた。PICRC もこのプロジェクトに協力することが予定されている。
- 10月2日から9日、Lincy Marino を琉大に業務出張させた。
- 12月5日から18日、Harlen Herman と Vincent Abedneko をアクアマリン福島に業務出張させた。
- 12月5日、JICA 四国が派遣した野球チーム（高知ファイティングドッグス・駒田監督）とマスメディア一行が PICRC を訪問。中谷現地調整員が PICRC の概要と P-CoRIE について説明、施設を案内した。
- 12月12日、国際農林水産業研究センター（JIRCAS）飛田プログラム・ディレクター、大前主任研究員、飯泉主任研究員が PICRC を訪問、JIRCAS がパラオで開始した Development of Sustainable Resources Management System in Palau プロジェクトと P-CoRIE 間の情報交換をした。
- 同日、中村 CA、メンバーの木村氏、中谷現地調整員が Golbuu CEO および Noah Idechong Chairperson とミーティングを持ち、P-CoRIE の社会実装の在り方について意見交換した。
- 中村 CA が、太平洋諸国からの参加者を対象に JICA 研修で講義をおこなった
- 1月19日、パラオ PICRC で実施中の JICA 国別研修“ミクロネシア 3 国水衛生管理”で中谷現地調整員が“P-CoRIE の取り組みと連携”について講義した。
- 同日、総理特使・小田原潔外務政務官が山田大使、宮田 JICA 支所長とともに PICRC を訪問した。中谷現地調整員が PICRC および P-CoRIE の概要を説明し、施設を案内した。
- 2月10日、米国ジャーナリスト Dahr Jamail が PICRC を訪問し、中谷現地調整員が P-CoRIE の気候変動に関する調査研究動向についてインタビューを受けた。
- 2月18日、（株）鳥羽水族館・若井副館長、高村飼育研究部課長、三重県・石垣副知事、横田雇用経済副部長、大平国際戦略課課長補佐、森田主事、福田外科医事務局長、日沖県議会副議長が PICRC を訪問した。パラオ水族館と鳥羽水族館との友好協定が締結された。中谷現地調整員が PICRC の施設を案内し、P-CoRIE の概要を説明した。
- 2月19日、三重県議会・日沖副議長、木津、小島、杉本、中瀬古、船橋、前野、三谷議員が PICRC を訪問し、中谷現地調整員が PICRC の施設を案内し、P-CoRIE の概要を説明した。
- 3月21日、中村 CA が、「Coral reef collaborative research in Japan and Palau.」と題して、太平洋諸国から集まった行政官・研究者らを対象にした Environmental Scientists Network for Asia-Pacific Islands meeting にて招待発表をおこなった。
- 3月30日、「地球の歩き方」で募集した大学生のボランティアツアー参加者を P-CoRIE 教育普及の一環として受け入れた。中谷がサンゴ礁保全の意義、PICRC の設立と活動、PICRC に対する JICA の技術支援と P-CoRIE の概要を説明した。

（2017 年度）

- 4月8日、窪田北海道副知事、加藤北海道議会議員らが PICRC を訪問。中谷が PICRC および P-CoRIE の概要について説明した。
- 6月8日、「地球の歩き方」で募集した大学生のボランティアツアー参加者 3 名を P-CoRIE 教育普及の一環として受け入れた。中谷がサンゴ礁保全の意義、PICRC の設立と活動、PICRC に対する JICA の技術支援と P-CoRIE の概要を説明した。
- 6月8日（有）琉球環境マネジメントサービス・吉田氏が JICA 課題別研修「島嶼国における水産業多様化と資源の持続的利用」のパラオでの現地研修開催の調査のため PICRC を訪問した。中谷調整員が PICRC の概要、PICRC における JICA 技術協力の概要を説明した。後日、パラオでの開催が決定されたとの連絡を得た。
- 7月25日、環境大臣比嘉奈津美政務官、奥田・自然環境計画課長、山崎・サンゴ礁保全専門官らが PICRC

を訪問した。Dr. Golbuu (CEO)、Ms. Rengiil (Director of Research Dept.) らが PICRC の活動について、中村 CA が P-CoRIE の概要について説明、本郷 PD が近傍の調査地 (Nikko Bay) を案内した。また、石垣市自然保護官事務所「環境省国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター」と PICRC 間の覚書原案作成に中村 CA が助言した。

- 8 月 17 日、JICA タイ事務所山田企画調査員 (広域経理) から中谷が経理処理に関する指導を受けた。
- 8 月 31 日、9 月 7 日および 15 日、「地球の歩き方」で募集した大学生・社会人のボランティアツアー参加者それぞれ 7 名、5 名および 4 名を P-CoRIE 教育普及の一環として受け入れた。中谷がサンゴ礁保全の意義、PICRC の設立と活動、PICRC に対する JICA の技術支援と P-CoRIE の概要を説明した。
- 9 月 11 日、終了時評価が開始された。中谷が評価コンサルタント・奥田氏による面談の設定を行った。
- 9 月 12 日、和光大学・馬場教授が 8 名の学生とともに PICRC を訪問した。本郷・PD 研究員が PICRC 施設案内と、P-CoRIE の研究内容、パラオのサンゴ礁について説明した。
- 9 月 28 日、JCC5 が開催され、最終評価の結果を地球環境部自然環境第一チーム鈴木課長が報告した。
- 10 月 27 日、JICA 沖縄前川主事が PICRC を訪問。研修事業に関して中谷と情報交換を行った。
- 12 月 6 日および 9 日、Airai 州および Koror 州 Ngermid 集落で P-CoRIE の成果発表を中心にして PICRC がコミュニティミーティングを開催した。
- 1 月 7 日にパラオ大統領・内閣メンバーが PICRC に来所し、大統領に献命された新種の報告式が開催された。
- 2 月 11 日と 12 日にパラオの公立・私立高校生、短大生および教員延べ 100 名以上を対象とした、プロジェクトで出版した自然ガイドブックについての講習会を実施した。
- 2 月 13 日に PICRC にて社会科学系シンポジウムを開催し、国内ラジオおよび YouTube 上でシンポジウムの模様を放送した。
- 3 月 16 日に笹川平和財団・海洋政策研究所講演会主催の第 150 回海洋フォーラム (東京) にて中村 CA が講演をおこない、ファウスティナ・レウアマルグ パラオ共和国国務大臣、ウマイ・バジリウス (Umai Basilius) パラオ自然保護協会 マネージャー、フランシス・マツタロウ (Francis Matsutaro) 駐日パラオ大使らをはじめとしたミクロネシア諸国からの参加者らとパネルディスカッションをおこなった。
- 3 月 23 日、24 日にアジア太平洋島嶼国研究者ネットワーク (ESNAP) シンポジウム (フィジー) にて、中村 CA がパラオでの SATREPS 成果を紹介した。

V. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

※別添参照

VI. 投入実績【研究開始～現在の全期間】(非公開)

VII. その他 (非公開)

謝辞

本プロジェクトでは、実施期間当初から、相手国の社会状況が急変し始め、さらにカウンターパートの人材流動が激しく、プロジェクト開始当初からのカウンターパートメンバーはPICRC 所長の Golubuu 博士と PCC 学長の Tellei 博士の 2 名のみであった。ただし、この 2 名が強力なリーダーシップを発揮したこと、プロジェクト期間中に国内外の他の職に異動しなかったことが、プロジェクトが当初想定していた目標のほとんどを達成し、さらに多くの成果を生み出した理由の一つであると考ええる。また、プロジェクト期間中には大統領選が行われたが、保全を推進している大統領が再選されたことで、パラオ側の各政府機関の方針にも一定の連続性がみられたことも、プロジェクトの推進上重要な外部要因であったと考える。

プロジェクトで得られた知見の多くは日本をはじめ島嶼型のサンゴ礁生態系を持つ国々や地域での課題解決のヒントを提供できる大変優れたものであったと評価している。また、期間中には数多くの問題や遂行上の課題が発生したが、カウンターパートや、JST、JICA の担当者からの適切なアドバイスや支援、現地 JICA 支所の尽力、さらに、現地調整員の日々の不断努力によってこれらを乗り越えられたと感じている。また、科学技術協力を進めるうえで、現地の一般の人々に、それぞれの生活とのつながりをふまえて、プロジェクトで得られた科学的知見の意味を訴えかけるかが日本側研究者にとっての課題であったが、本プロジェクトではカウンターパートである PICRC と PCC の協力を得ながら、折に触れて多数のセミナーやシンポジウム・ワークショップを開催してきた。さらに、各州や集落へカウンターパートとともに出向いて説明会をおこなうなどの工夫をしたことで、現状認識を共有するとともに、地元ニーズを捉えられるだけでなく、研究者側もその研究成果の社会還元・実装を強く意識することができたことで、プロジェクト研究・トレーニングがより活性化したのではないかと考えている。最後に改めて、JST 国際部 SATREPS グループ、JICA 地球環境部の歴代の担当者、プログラムオフィサーをはじめとした関係者の皆様、5 年間にわたる本プロジェクトでの研究・トレーニングにかかわられた皆様の尽力に深く感謝する。



Members and participants of P-OKI's fourth Joint Coordinating Committee (JCC) meeting. Members and participants present include: PAN Office, PAN Point, KSI Department of Conservation and Law Enforcement, OERD, INC, PCS, BQPE, NEMO, SNR, National Weather Service, Bureau of Foreign Affairs and Trade, PVA, ROT, PALARIS, University of Ryukyu, Tokyo Institute of Technology, Japan Wildlife Research Center, JICA Palau Office, and JICA Experts.

以上

VI. 成果発表等

(1)論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
H26	Tsuchiya M, Mimura I, Yano Y, Oldiais NW, Golbuu, Y, Fujita Y. and Miyakuni K. Mangrove forest cosystem services with reference to the transportation of organic materials to coral reefs: A preliminary study in Palau. In; Marine productivity: Disturbance and resilience of costal soci-ecosystemse, Hubert J. Ceccaidi et al. ed., Springer. in press		国際誌	発表済	
H28	Golbuu Y, Gouezo M, Kurihara H, Rehm L, Wolanski E (2016) Long-term isolation and local adaptation in Palau's Nikko Bay help corals thrive in acidic waters. Coral Reefs 35, 909-918	10.1007/s00	国際誌	発表済	
H29	Hongo C, Kurihara H, Yimnang Golbuu (2018) Coral boulders on Melekeok reef in the Palau Islands: an indicators of wave activity associated with tropical cyclones. Marine Geology 399, 14-22		国際誌	発表済	
H29	Hongo C, Kurihara H, Yimnang Golbuu (2018) Projecting of wave height and water level on reef-lined coasts due to intensified tropical cyclones and sea level rise in Palau to 2100. NHESS 18, 669-686		国際誌	発表済	

論文数 4 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 4 件

②原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
H25	Reimer JD, Fujii T. (2013) First record of Microzoanthidae (Anthozoa: Hexacorallia:Zoantharia) in Palau and as a bio fouling organism. Marine Biodiversity Records 6: e103: 1-3		国際誌	発表済	
H25	Inoue S., Kayanne H., Yamamoto S., Kurihara H. (2013): Spatial community shift from hard to soft corals in acidified water. Nature Climate Change	DOI:10.1038/NCLIMATE1855	国際誌	発表済	
H25	Kurihara H., Yin R., Nishihara G.N., Soyano K., Ishimatsu A. (2013) Effect of ocean acidification on growth, gonad development and physiology of the sea urchin Hemicentrotus pulcherrimus. Aquatic Biology 18: 281-292		国際誌	発表済	
H25	Reimer JD, Albinsky D, Yang SY, Lorion J. (2014) Zoanthid (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia: Zoantharia) species of coral reefs in Palau. Marine Biodiversity 44: 37-44.		国際誌	発表済	

H26	Tanaka Y, Inoue M, Nakamura T, Suzuki A, Sakai K, Loss of zooxanthellae in a coral under high seawater temperature and nutrient enrichment. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2014. 457: 220–225	10.4319/lo.2014.59.5.1468	国際誌	発表済	
H26	Nishida K, Ishikawa K, Iguchi A, Tanaka Y, Sato M, Ishimura T, Inoue M, Nakamura T, Sakai K, Suzuki A, Skeletal oxygen and carbon isotope compositions of Acropora coral primary polyps experimentally cultured at different temperatures. Geochem. Geophys. Geosyst., 2014, 15, 2840–2849	10.1016/j.jembe.2014.04.019	国際誌	発表済	
H26	Tanaka Y, Iguchi A, Nishida K, Inoue M, Nakamura T, Suzuki A, Sakai K. Nutrient availability affects the response of juvenile corals and the endosymbionts to ocean acidification. Limnology and Oceanography 2014 59: 1468–1476	10.4319/lo.2014.59.5.1468	国際誌	発表済	
H26	Edmund PJ, Steneck R, Albright A, Carpenter RC, Chui APY, FanT–Y, Harri S, Kitano H, Kurihara H et al. Geographic variation in long-term trajectories of change in coral recruitment: a global-to-local perspective. Marine and Freshwater Research, 2014 in press	org/10.1071/MF14139	国際誌	発表済	
H26	宮国薫子 パラオ共和国における観光の現状と課題 経済研究 2015		国内誌	発表済	上江洲先生退官記念号 3月31日発行
H27	Nishida K, Ishikawa K, Iguchi A, Tanaka Y, Sato M, Ishimura T, Inoue M, Nakamura T, Sakai K, Suzuki A (2014) Skeletal oxygen and carbon isotope compositions of Acropora coral primary polyps experimentally cultured at different temperatures. Geochem. Geophys. Geosyst., 15:2840–2849	10.1002/2014GC005322	国際誌	発表済	
H27	Kavousi J, Reimer JD, Tanaka Y, Nakamura T (2015) Colony-specific investigations reveal highly variable responses among individual corals to ocean acidification and warming. Mar.Environ. Res. 109: 9–20	10.1016/j.marenvres.2015.05.004	国際誌	発表済	
H27	Kise H, Reimer JD (2016) Unexpected diversity and a new species of <i>Epizoanthus</i> (Anthozoa, Hexacorallia) attached to eunicid worm tubes from the Pacific Ocean. ZooKeys 562: 49–71	10.3897/zookeys.562.6181	国際誌	発表済	
H27	Hongo C, Montaggioni LF (2015) Biogeography of Holocene coral species in the western Indian Ocean. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 438:51–69	10.1016/j.palaeo.2015.07.044	国際誌	発表済	
H27	Schutter, M., Nozawa, Y. Kurihara, H. (2015) The effect of elevated CO2 and increased temperature on in Vitro fertilization success and initial embryonic development of single male:female crosses of broad spawning corals at mid- and high-latitude locations. Journal of Marine Science Engineering 3, 216–239		国際誌	発表済	
H27	Tanaka, K., Holocomb, M., Takahashi, A., Kurihara, H., Asami, R., Shinjo, R., Sowa, K., Rankenburg, K., Watanabe, T., McCulloch, M. (2015) Response of Acropora digitifera to ocean acidification: constraints from $\delta^{11}\text{B}$, Sr, Mg and Ba compositions of aragonitic skeletons cultured under variable seawater pH. Coral Reefs		国際誌	発表済	

H27	Baria M.V.B.B, Kurihara, H. Harii, S. (2015) Tolerancce to elevated tempearture and ocean acidification of the larvae of solitary corals <i>Fugia funites</i> (Linn. 1758) and <i>Lithophyllon (Fungia) repanda</i> (Dana 1846) <i>Zoological Science</i>		国際誌	発表済	
H28	Yuyama I, Nakamura T, Higuchi T, Hidaka M (2016) Different Stress Tolerances of Juveniles of the Coral <i>Acropora tenuis</i> Associated with Clades C1 and D Symbiodinium. <i>Zoological Studies</i> 55: 19	doi:10.6620/ZS.2016.55-19	国際誌	発表済	
H28	Kavousi J, Tanaka Y, Nishida K, Suzuki A, Nojiri Y, Nakamura T (2016) Colony-specific calcification and mortality under ocean acidification in the branching coral <i>Montipora digitata</i> . <i>Marine Environmental Research</i> 119: 161-165.	http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.025	国際誌	発表済	
H28	Kavousi J, Perkinson J, Nakamura T (2016) Combined ocean acidification and low temperature stressors cause coral mortality. <i>Coral Reefs</i> 35:903-907	DOI 10.1007/s00338-016-1459-3	国際誌	発表済	
H28	Ohno Y, Fujita K, Toyofuku T, Nakamaura T (2016) Cytological observations of the large symbiotic foraminifer <i>Amphisorus kudakajimensis</i> ssing Calcein Acetoxymethyl Ester. <i>PLoS ONE</i> 11 (11): e0165844.	doi:10.1371/journal.pone.0165844	国際誌	発表済	
H28	Ohno Y, Iguchi A, Shinzato C, Inoue M, Suzuki A, Sakai K, Nakamura T (2017) An aposymbiotic primary coral polyp counteracts acidification by active pH regulation. <i>Scientific Reports</i> 7:40324	doi: 10.1038/sr40324	国際誌	発表済	
H28	Ohno Y, Iguchi A, Shinzato C, Gushi M, Inoue M, Suzuki A, Sakai K, Nakamura T (2017) Calcification process dynamics in coral primary polyps as observed using a calcein incubation method. <i>Biochemistry and Biophysics Reports</i> .		国際誌	発表済	
H28	Mfilinge, P. and M. Tsuchiya (2016) Changes in sediment fatty acid composition during passage through the gut of deposit feeding holothurians: <i>Holothuria atra</i> (Jaeger, 1883) and <i>Holothuria leucospilota</i> (Brandt, 1835). <i>Journal of Lipids</i> Volume 2016, Article ID 4579794, 9 pages		国際誌	発表済	
H28	二宮早由子・井上隆彦・中野義勝・土屋 誠 (2016) 沖縄・備瀬の礁池における海藻群落の分布と底質特性. <i>Algal Resources</i> 9, 15-23.		国内誌	発表済	
H28	Miyakuni, K., Residents Attitudes toward Tourism in an Island Destination Focusing on Ecocentric Attitudes, The Case of the Republic of Palau (ConferenceProceedings)	http://iatur.net/wp-content/uploads/2014/12/ICOT2016_Proceedings.pdf	国際誌	発表済	

H29	Ikeuchi E, Ohono Y, Iguchi A, Nakamura T (2017) Non-bleached colonies of massive Porites may attract fishes for selective grazing during mass bleaching events, Peer J	doi:10.7717/peerj.3470	国際誌	発表済	
H29	Kise H, Fujii T, Masucci GD, Biondi P, Reimer JD (2017) Three new species and the molecular phylogeny of <i>Antipathozoanthus</i> from the Indo-Pacific Ocean (Anthozoa: Hexacorallia: Zoantharia). ZooKeys	doi: 10.3897/zookeys.725.21006	国際誌	発表済	
H29	Santos MEA, Reimer JD (2018) Rafting in Zoantharia: a hitchhiker's guide to dispersal? Marine Pollution Bulletin	in press	国際誌	in press	

論文数 28 件
うち国内誌 2 件
うち国際誌 26 件

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
H26	Rengiil G, Gouezo M, Koshiba S, Rehm L, Kimura T (2015) Proceeding of the PAN coordinators workshop on capacity building. Palau International Coral Reef Center Technical Report No. 15-04. 39pp.		Technical Report	発表済	
H26	Rengiil G, Gouezo M, Koshiba S, Rehm L, Kimura T (2015) Summary report of the PAN coordinators workshop on capacity building. Palau International Coral Reef Center Technical Report No. 15-05. 20pp.		Technical Report	発表済	
H27	Miyakuni K, Fujita Y, Koshiba S, Klouchad V(2016) Palau Residents' Perceptions, Attitudes and values on the Natural Environment, 2015		Social Survey Report	in press	
H28	Nestor V (2016) Comparison of water quality, coral communities, and <i>Symbiodinium</i> spp. in Kin Bay and Oura Bay on Okinawa Island, Japan. September 2016.		Master Thesis	発表済	相手国カウンターパート研究員(長期受入れ)
H28	Timmons C (2016). Molecular and morphological investigation of a potentially undescribed Palythoa (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia) species in Okinawa, Japan and Palau. September 2016.		Master Thesis	発表済	
H28	Kise H (2017) Diversity and taxonomic revision of genus <i>Epizoanthus</i> based on phylogenetic analyses. March 2017.		Master Thesis	発表済	
H29	Ken Okaji (2017) Review of Palau's inshore fisheries management: a report prepared for Palau Coral Reef Island Ecosystem Project		Review	発表済	
H29	Rengill, Kitalong and Tsuchiya (2017) Paradise of Nature Understanding the Wonders of Palau. October 2017.		ガイドブック	発表済	日本・パラオのメンバーと現地有識者による執筆

H29	James Davis Reimer, Daisuke Uyeno, Hiroki Kise, Piera Biondi, Giovanni Masucci, Zoe Kintaro, Zacateca Adelbai, Kaitlin Ordil Idechong Isalias, Nelson Masang Jr. , Wade Kitalong, Leah Marie, Minelli-Rain Kerengilyanged Olkeril, Doris Albinsky, Javier Montenegro, Sung-Yin Yang, Yee Wah Lau, Boo Hin Wee, Shiori Kunihiro, Iori Kawamura, Giun Yee Soong, Yuka Kushida, Erina Kawai, Toshiki Kubomura, Courtney Timmons, Jessica Gordon, Victor Nestor (2018) Investigating biodiversity of coral reefs and related marine ecosystems in Palau		Technical Report	発表済	日本・パラオのメンバーによる執筆
H29	Yeong Shyan Yuen, Marine Gouezo, Takashi Nakamura (2018) Coral Reef Community in Palau's Inner Reefs		Technical Report	発表済	日本・パラオのメンバーによる執筆
H29	Kohki Sowa, Chuki Hongo, Atsushi Watanabe, Kosei E Yamaguchi, Yimnang Golbuu, Haruko Kurihara (2018) Massive Porites coral cores reveal two major skeletal growth cessation and subsequent recovery at Airai Bay, Palau in the last 30 years		Technical Report	発表済	日本・パラオのメンバーによる執筆
H29	Chuki Hongo, Haruko Kurihara, Yimnang Golbuu (2018) Projecting the effectiveness of coral reefs in mitigating the impact from sea-level rise and tropical cyclones on the coastline of Melekeok, Palau to the end of the 21st Century		Technical Report	発表済	日本・パラオのメンバーによる執筆
H29	Kaoruko Miyakuni, Yoko Fujita, Shirley Koshiba, Geraldine Rengill (2018) RESIDENTS' ATTITUDES TOWARD TOURISM IN AN ISLAND DESTINATION, FOCUSING ON ECOCENTRIC ATTITUDES:THE CASE OF THE REPUBLIC OF PALAU		Technical Report	発表済	日本・パラオのメンバーによる執筆
H29	Geraldine Rengill, Tadashi Kimura (2018) Capacity Building on Conservation of Marine Biodiversity in Palau's PAN MPAs		Technical Report		日本・パラオのメンバーによる執筆
H29	Y Endo (2018) 琉球列島及び小笠原諸島より得られたヒメガザミ属の分類体系の見直し並びに種判別法の提唱		Undergraduate Thesis	発表済	
H29	T Maeda (2018) 太平洋北西部におけるHydrozoanthidae科の分類学的研究		Undergraduate Thesis	発表済	
H29	T Kubomura (2018) Ecological investigations of sickness of dominant scleractinian species in shallow and deep coral reefs in Okinawa, Japan		Master Thesis	発表済	
H29	Y Kushida (2018) Investigating the diversity and phylogeny of sea pens in the West Pacific via molecular approach		Master Thesis	発表済	

著作物数

18 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ—おわりのページ		出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
H24	Takanori Satoh, Akira Iguchi, Ken Okaji and Takashi Nakamura, Materials for the Study of Reef-building Corals: Reports by Dr. Siro KAWAGUTI during his stay in the Palao (Palau) Tropical Biological Station in 1936-1940 (2012) English Translation and Edition by S. Kawaguti Working Group of the Japanese Coral Reef Society (JCRS),Galaxea Journal of Coral Reef Studies Vol.14S: 66 pp.		総説	発表済	
H25	土屋 誠(編著)2013 美ら島の生物ウオッチング100 (東海大学出版会)252 pp.		書籍	発表済	
H26	樋口富彦,湯山育子,中村崇, 総説 造礁性サンゴ類のストレスと防御機能 —生理・遺伝子・生態の視点から—,日本サンゴ礁学会誌 201416:1-18.		総説	発表済	

H26	土屋 誠 きずなの生態学-自然界の多様なネットワークを探る(2014) -東海大学出版部、320pp		書籍	発表済	
H26	Secretariat of the Conservation on Biological Diversity An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity. Eds Hennige JMR, Williamson P. Montreal, Technical Series 75, 99pp. (2014) Lead Author		総説	発表済	
H28	沿岸域総合管理入門:豊かな海と人との共生をめざして 東海大学出版部、来生 新・土屋 誠・寺島紘士(監修)(2016)		書籍	発表済	
H28	サンゴしょうのおとぎ話—なかよし家族の観察ノート— 東洋企画印刷 土屋 誠 (2016)		書籍	発表済	
H29	Payal Shah, Sahan T. M. Dissanayake, Nils Carlson, Yoko Fujita and Paulo A. L. D. Nunes, “Preferences for marine protection in Okinawa: a comparison of management options and two groups of beneficiaries,” Ch.8 in Handbook on the Economics and Management for Sustainable Oceans, Paulo A.L.D. Nunes, Lisa Emelia Svensson and Anil Markandya ed., UN Environmental Programme and Edward Elgar Publishing House, UK, 2017, pp.174-200		書籍	発表済	

著作物数

8 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項
H25	Emergency Action Plan (PICRCにおける調査安全管理に関する非常時対応マニュアル)		
H26	LAB workshop「Physiological measurements on coral reef organisms」・パラオ若手研究者の研究能力向上を目的とした講義・実習	Fibox3 user manual for coral reef organisms	H27年2 月4日:講義と実習
H26	州政府対象研修「Ecological Monitoring of Marine Protected Areas (MPAs)」・PANサイトを登録している10州から10名の自然保護官が参加・州政府の海洋保護区のモニタリング能力を向上させるため、潜水講習を行ってダイビングライセンスを取得した上で、基礎生態学や調査手法についての講義と潜水実習を行った。	Proceeding of the PAN coordinators workshop on capacity building.	H26年8月11日～22日 州政府の自然保護官に対する研修
H26	PICRIC, EQPB 職員対象研修 「Environemtal monitoring in reef ecosystem」	Protocol for environmental monitoring	H26年9月29-30日
H26	ワークショップ「PAN Coordinators Workshop」・各州政府が抱える保護区管理上の課題把握、課題解決のための研修・PANサイトを登録する11州から16名の自然保護官及びPANコーディネーターが参加	Summary Report: 各州政府や関心のある一般市民に公開・配布	H26年11月20日、21日
H27	On Site Training on Coral Reef Monitoring for Airai State, Palau		H27年2月、アイライ州政府自然保護官を対象にしたサンゴ礁モニタリング手法及び調査計画策定のための現地研修
H27	モニタリングマニュアル	Coral Reef Monitoring Protocol (Yeong Shyan Yuen & Takashi Nakamura)	サンゴ群集の調査地点における永久方形枠の設置法から水中でのデータ取得までを分かり易く説明
H27	Workshop on Coral Reef Ecosystem Services: from Valuation to Action in the Koror State, Palau		H27年3月3-4日、Koror州政府、PAN事務局、EQPB等サンゴ礁の経済評価に関わる関係者を対象にしたサンゴ礁の経済評価に関する研修
H29	画像データ解析用マニュアル	Permanent Photo Quadrat Image Processing Manual (Yeong Shyan Yuen & Takashi Nakamura)	サンゴ群集の調査で得られた画像データ解析の手法を分かり易く説明

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
H25	国内学会	Takashi Nakamura, Makoto Tsuchiya, James D. Reimer, Haruko Kurihara, Yoko Fujita, Kaoruko Miyakuni, Yuen YeongShyan, Julein Simon Pierre, Takashi Kawai1, Tadashi Kimura, Yimnang Golbuu, Kevin Polloi, Shirley D. Koshiba, Victor Nestor, Lincoln Rehm, Geory Mereb, Dawnette Olsudong, Randa Jonathan, John Wong, Anthony Raquinio, Arius Merep, Asap Bukurrou, Joetlin Oruetamor, Carol O. Emaurois, Ines Kintoki, Mingrang Kloulechad, “P-CORIE” a new SATREPS Project in Palau、日本サンゴ礁学会、OIST(沖縄) 2013年12月	ポスター発表
H26	国際学会	Julien Lorion, PCoRIE members. 2014. Palau COral Reef Island Ecosystem P-CORIE Project. 12th meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Pyeongchang, Republic of Korea. 2014.10月10日	招待講演
H27	国内学会	Takashi Nakamura, Yeong Shyan Yuen, Marine Gouezo, Yimnang Golbuu, Palau’s coral communities at risk、第18回日本サンゴ礁学会、2015年11月29日、慶應義塾大学	ポスター発表
H27	国際学会	Takashi Nakamura, Yeong Shyan Yuen, Marine Gouezo. Coral community survey in Palau for conservation strategy. アジア・太平洋島嶼国の環境に関する国際シンポジウム 2016年3月24日、沖縄科学技術大学院大学	口頭発表
H27	国際学会	Julien Lorion, Kelutel Yoshiwo, Christopher Kitalong, Lincoln Rehm, James Davis Reimer. 2015. Population structure on a local geographical scale: <i>Ceraesignum</i> spp. snail-worm genetics in Palau, East China Sea Symposium, Jeju, Kore, November 2, 2015.	口頭発表
H27	国内学会	栗原晴子, 津木あさみ, 河井崇, 三村泉美, 本郷宙軌, 渡邊敦, Guenzo M, Golbuu Y (2015) パラオ共和国Nikko湾で高CO ₂ 高水温を示す環境に生息する高被度サンゴ群集、日本サンゴ礁学会第18回大会、東京、	口頭発表
H27	国内学会	津木あさみ, 栗原晴子, 三村泉美, Golbuu Y (2015) パラオ内湾に生息するサンゴによる海洋酸性化／温暖化に対する適応的応答、日本サンゴ礁学会第18回大会、東京、	ポスター発表
H27	国内学会	Takashi Nakamura, Yeong Shyan Yuen, Marine Gouezo, Yimnang Golbuu, Palau’s coral communities at risk、第18回日本サンゴ礁学会、2015年11月29日、慶應義塾大学	ポスター発表
H28	国際学会	Nakamura T, Yuen YS, Gouezo M, Golbuu Y, Challenges for conserving Palau’s coral communities by P-CoRIE, 13th International Coral Reef Symposium, Hawaii, USA June 21	口頭発表
H28	国際学会	Yuen YS, Nakamura T, Rengil G, Temperature variation and coral community structure of mesophotic reef ecosystem in Palau, 13th International Coral Reef Symposium, Hawaii, USA June 21	口頭発表
H28	国内学会	Takashi Nakamura, Yeong Shyan Yuen, Marine Gouezo, Yimnang Golbuu, Spatio-temporal sustainability among coral communities around Palau、第19回日本サンゴ礁学会、2016年12月3日	ポスター発表
H28	国際学会	Takashi Nakamura, Yeong Shyan Yuen, Marine Gouezo, Yimnang Golbuu, Dynamics in Palau’s coral community. 22nd International Congress of Zoology, Okinawa, Japan November 17-18	ポスター発表
H28	国際学会	Hongo C (Univ. Ryukyus), Kurihara H (Univ. Ryukyus), Golbuu Y (PICRC), Re-opening high energy window: Coral reef response tp sea-level rise and tropical cyclone at the end of 21st century, 13th International Coral Reef Symposium, Hawaii, USA、平成28年6月22日	ポスター発表
H28	国際学会	Kurihara H, Tsugi A, Kawai T, Mimura I, Hongo C, Watanabe A, Gouezo M, Golbuu Y [Can coral community acclimate to the high CO2 world?] 4th High CO2 World, Tasmania Australia, 3-6May, 2016	口頭発表
H28	国際学会	Kurihara H., Kawai T, Mimura I, Hongo C, Watanabe Otto E, A, Gouezo M, Golbuu Y [Socio-ecological implication of human mulyi-impacts on coral reef ecosystem-Palau as a case study-] 13th International Coral Reef Symposium, Hawaii, USA、平成28年6月22日	口頭発表
H28	国内学会	Kurihara H., Kawai T, Mimura I, Hongo C, Watanabe Otto E, A, Gouezo M, Golbuu Y [Glocal environment effect at Palau coral reef ecosystem]JPGU、幕張メッセ、2016年5月20-25	口頭発表
H28	国際学会	Watanabe A, Kurihara H, Mimura I, Kawai T, Hongo C, Golbuu Y, Ocean acidification and its impact on ecosystem production in lagoon and offshore waters of Palau,13th International Coral Reef Symposium, Hawaii, USA、平成28年6月22日	口頭発表
H29	国内学会	Takashi Nakamura, Yuen YeongShyan, Marine Gouezo, Yimnang Golubuu, Coral community structure in Palau、第20回日本サンゴ礁学会、2017年11月24日、東京工業大学	ポスター発表
H29	国際学会	Fujita Y, Miyakuni K, LL Marino, A case study on the economic value of conservation of coral reefs in the Republic of Palau, 2017 Small Islands of the World Conference on Kangaroo Island, Australia、平成29年7月3日	口頭発表
H29	国際学会	Miyakuni K, Fujita Y, LL Marino (PICRC), Rengil G. Nakaya S, Perception of Crowding, Preliminary Studies toward the Establishment of Tourism Carrying Capacity, RETI 2017 in Okinawa、平成29年11月18日	口頭発表
H29	国内学会	本郷宙軌, 栗原晴子, 木口雅司, Golbuu Yimnang, 沿岸防災にむけたグリーンインフラストラクチャー: サンゴ礁形成の例、日本第四紀学会2017年大会、福岡(講演要旨集 p.14)	口頭発表

H29	国内学会	本郷宙軌,栗原晴子, Golbuu Yimnang, 木口雅司 サンゴ礁生態系に注目したグリーンインフラストラクチャー ―強化台風と海面上昇に対する適応策―, 日本サンゴ礁学会第20回大会, 東京 (P-04, 講演要旨集 p.82)	ポスター発表
H29	国内学会	栗原晴子、津木あさみ、三村泉美、本郷宙軌、Reimer JD、渡邊敦、Golbuu Y (2017) 高 CO ₂ ・高水温環境にサンゴは適応可能か？ 第20回日本サンゴ礁学会大会、東京。	口頭発表
H29	国際学会	Evelyn Otto, Haruko Kurihara, Evaluating the impact of sewage on coral reefs in Palau, RETI, Nov20, 2018, Okinawa	口頭発表
H29	国際学会	Kurihara H, Watanabe A, Tsugi S, Kawai T, Mimura I, Hongo C, Gouezo M, Golbuu Y Reef refugia to Climate Change, JPGU-AGU, 20-25May, 2017, Chiba	ポスター発表
H29	国際学会	Kurihara H, Nagamoto K, Sasaki O, Asami R. Coral skeleton porosity and density change at high pCO ₂ condition. Biomineralization symposium 9-13 Oct 2017, Tsukuba	口頭発表
H29	国際学会	Masucci G, Biondi P, Kise H, Reimer JD (2017) Marine biodiversity of Palauan coral reefs. Réseau d' Excellence des Territoires Insulaires, Nishihara.	口頭発表
H29	国際学会	Kunihiro S, Kise H, Reimer JD (2017) Preliminary survey of <i>Waminoa</i> flatworms from Palau. Réseau d' Excellence des Territoires Insulaires, Nishihara.	口頭発表
H29	国際学会	Kushida Y, Kise H, Reimer JD (2017) Biodiversity of sea pens in Palau. Réseau d' Excellence des Territoires Insulaires, Nishihara.	口頭発表
H29	国内学会	Reimer JD, Santos MEA, Kise H, Montenegro J, Fujii T (2017) Overview of diversity and recent studies of Zoantharia (Anthozoa: Hexacorallia): potential sources for novel marine natural products. Fisheries Science for Future Generations Symposium, Tokyo.	招待講演
H29	国際学会	Reimer JD, Santos M, Kise H, Soong K (2017) Diversity and ecology of Zoantharia in Dongsha Atoll and the South China Sea. International Science Forum on South China Sea, Taipei, Taiwan	招待講演
H29	国内学会	岨 康輝, 酒井康祐, 本郷宙軌, 山口耕生, 田中 健太郎, 白井 厚太郎, 栗原 晴子, Yimnang Golbuu (2017) 塊状ハマサンゴ骨格の化学組成・同位体比を用いたパラオ・アイライ湾の土砂流入量復元, 第20回日本サンゴ礁学会大会, 東京, 2017年11月23-26日	ポスター発表
H29	国内学会	渡邊敦・栗原晴子・本郷宙軌・三村泉美・河井崇・Marine Gouezo・Yimnang Golbuu (2017) パラオサンゴ礁における石灰化速度の時空間的特性, 第20回日本サンゴ礁学会大会、東京, 2017年11月23-26	ポスター発表
H29	国際学会	Kurihara H, Watanabe A, Tsugi S, Kawai T, Mimura I, Hongo C, Gouezo M, Golbuu Y Reef refugia to Climate Change, JPGU-AGU, 20-25 May, 2017, Chiba	ポスター発表

招待講演 3
口頭発表 18
ポスター発表 13

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
H25	国際学会	Haruko Kurihara. Biological and ecosystem impacts of ocean acidification. KIOST Annual forum, 韓国、2013年6月	招待講演
H25	国際学会	Haruko Kurihara. Another threat to coral reefs ~Ocean acidification~. Japan-Australia Marine Forum "Coral Reefs and Global Change" Tokyo, Japan 2013年7月	招待講演
H25	国内学会	栗原晴子. 海洋酸性化がサンゴ群集の多様性および生産性に及ぼす影響. 日本地球惑星科学連合大会、横浜 2013年5月	口頭発表
H25	国際学会	Makoto Tsuchiya, Izumi Mimura, Yuka Yano, Noelle W. Oldia, Yimnang Golbuu, Yoko Fujita and Kaoruko Miyakuni, The role of mangrove forest ecosystem services in the transportation of organic materials to coral reefs: A case study of MPA management in Palau, 日仏海洋学シンポジウム、フランス、2013年6月	口頭発表
H25	国内学会	Haruko Kurihara. Impacts of Ocean acidification on Coral Reef Organisms. Workshop of Ocean Acidification in Coral Reefs-Bringing gaps between field and laboratory studies. Tokyo, Japan 2013年9月	口頭発表
H25	国内学会	栗原晴子. 海洋酸性化が沿岸生物ならびに沿岸生態系に及ぼす影響. 東京、2013年3月	口頭発表
H25	国内学会	Judith Wouters, Camille Paxton, Haruko Kurihara, 2013. Long-term ocean acidification study on <i>Acropora digitifera</i> from 2 sites in Okinawa. 日本サンゴ礁学会、OIST (沖縄) 2013年12月	ポスター発表
H26	国際学会	Haruko Kurihara Eco-physiological effects of OA on marine invertebrates. Technical meeting on Management of Biological Data Related to Ocean Acidification: International Cooperation and Development of Standards, 23-24 April 2014, Monaco	口頭発表
H26	国内学会	Nishida K, Ishikawa K, Iguchi A, Tanaka Y, Sato M, Ishimura T, Inoue M, Nakamura T, Sakai K, Suzuki A, Skeletal isotope compositions of <i>Acropora</i> coral primary polyps experimentally cultured at different temperatures, 地球惑星科学連合大会、横浜 2014年4月28日	口頭発表

H26	国内学会	Kavousi Javid、井口亮、田中泰章、中村崇、Species-specific responses of scleractinian corals to cold temperature stress、沖縄生物学会、沖縄 2014年5月24日	ポスター発表
H26	国内学会	大野良和、井上麻夕里、井口亮、西田梢、中村崇、鈴木淳、サンゴ初期ポリプを用いた石灰化イメージング、沖縄生物学会、沖縄 2014年5月25日	口頭発表
H26	国際学会	Yoko Nozawa, Kakaskasen A. Roeroe, Go Suzuki, James Guest, Jean Tanangonan, Melanie Trapon, Munasik, Put O. Ang Jr., Ronald Villanueva, Seiji Arakaki, Takashi Kawai, Takashi Nakamura, Takuma Mezaki and Peter J. Edmunds, Latitudinal Pattern in Growth and Survivorship of Juvenile Corals, 3rd Asia-Pacific Coral Reef Symposium, 墾丁(台湾) 2014年6月23日	ポスター発表
H26	国際学会	Takashi Nakamura、サンゴ礁島嶼系における気候変動による危機とその対策 (Palau COral Reef Island Ecosystem P-CORIE Project) ~SATREPS JICA/JST 地球規模課題対応国際科学技術協力 活動例として~Sectional Meeting 1 “Conservation of Nature Environment (Coral Reef Conservation and Sustainable Regional Development)”, Expert Conference on Development of Island’s Sustainable Societies, The Ministry of the Environment / Okinawa Prefecture,沖縄OIST (Okinawa). 2014年 6月28日	招待講演
H26	国際学会	Judith Wouters, Haruko Kurihara Long-term ocean acidification study on Acropora difitfera from 2 sites in Okinawa, APCRS 23-24, June 2014, 台湾	口頭発表
H26	国内学会	栗原晴子 南極生物／生態系への酸性化影響評価。南極シンポジウム 2014年7月23日、東京	口頭発表
H26	国内学会	大野 良和、藤田 和彦、豊福 高志、中村 崇、バイオミネラリゼーション研究における ライブイメージング手法の確立ー大型有孔虫を例としてー日本サンゴ礁学会、高知 2014年11月27日	口頭発表
H26	国内学会	石川 恵、西田 梢、ベル 智子、井口 亮、鈴木 淳、酒井 一彦、中村 崇、稚ポリプ期コユビミドリイシの褐虫藻保持が温度ストレス応答に及ぼす影響 日本サンゴ礁学会、高知、2014年11月28日	ポスター発表
H26	国内学会	河合恵理奈・James D. Reimer, 2014. ヒラヤギ科Annella属の分子系統学的解析による分類形質の再検討. 日本サンゴ礁学会、高知 2014年11月27日	ポスター発表
H26	国内学会	Victor Nestor, Sung-yin Yang, James D. Reimer. 2014. Comparison of water quality and coral communities in two bays on the east coast of Okinawa Island.日本サンゴ礁学会、高知 2014年11月27日	ポスター発表
H26	国内学会	喜瀬浩輝、James D. Reimer. 2014. 沖縄島におけるヤドリスナギンチャク類の分類学的研究. 日本サンゴ礁学会、高知 2014年11月27日	ポスター発表
H26	国内学会	栗原晴子、高橋麻美、村上由香、JudithWouters,安田直子 2014 酸性化に対するサンゴ応答の多様性. 日本サンゴ礁学会、高知 2014年11月27日	口頭発表
H26	国内学会	Vina Listiawati, Haruko Kurihara 2014 Warming and acidifying impacts on the seagrass-sea urchin trophic interaction. 日本サンゴ礁学会、高知 2014年11月27日	口頭発表
H27	国際学会	Gordon JD, Reimer JD. DNA mini-barcoding of Zoantharia (Cnidaria: Anthozoa) museum specimens. International Conference on Biodiversity, Ecology and Conservation of Marine Ecosystems. 香港 2015年6月2日	ポスター発表
H27	国際学会	Timmons C., Reimer J.D. Phylogenetic investigation of Palythoa sp. “sakurajimensis” (Anthozoa: Zoantharia) using genetic and morphological analyses. International Conference on Biodiversity, Ecology and Conservation of Marine Ecosystems. 香港 2015年6月2日	ポスター発表
H27	国際学会	Kise H., Reimer. J.D. Unexpected diversity in genus Epizoanthus (Anthozoa: Hexacorallia) attached to eunicid worms from the western Pacific. International Conference on Biodiversity, Ecology and Conservation of Marine Ecosystems. 香港 2015年6月2日	ポスター発表
H27	国内学会	Rian Prasetya, Frederic Sinniger, Takashi Nakamura, Yeong S. Yuen, Saki Harii, Photo-acclimation of mesophotic Seriatopora hystrix under different light conditions、第18回日本サンゴ礁学会、2015年11月29日、慶應義塾大学(口頭)	口頭発表
H27	国内学会	池内 絵里、中村 崇、塊状ハマサンゴ表面にみられる魚類齧り痕と共生藻光合成活性との関係性、第18回日本サンゴ礁学会、2015年11月29日、慶應義塾大学	ポスター発表
H27	国内学会	Rian Prasetya, Frederic Sinniger, Takashi Nakamura, Yeong S. Yuen, Saki Harii, Photo-acclimation of mesophotic Seriatopora hystrix under different light conditions、第18回日本サンゴ礁学会、2015年11月29日、慶應義塾大学	口頭発表

H27	国内学会	喜瀬 浩輝, James Davis REIMER. 2015. ヤドリスナギンチャク-イソメの系統学的研究. 2015年11月29日 日本サンゴ礁学会大会	口頭発表
H27	国内学会	本郷宙軌、藤田和彦、川崎裕子、嶺井翔伍、佐々木 徹、沖縄島のサンゴ礁埋立地下の掘削コアを用いた完新世の海水準記録. 日本地球惑星科学連合2015年大会、千葉、2015年5月27日	ポスター発表
H27	国際学会	Hongo C. Increase in intensity of tropical cyclone in the Northwest Pacific at 2000 years ago, 19th International Union For Quaternary Research, Nagoya, 2015年7月31日	口頭発表
H27	国内学会	栗原晴子2015サンゴと海洋酸性化. 2015年度に本付着生物学会シンポジウム「付着する快晴生物達の分類と生態」. 東京.	招待講演
H27	国内学会	中嶋亮太, 田中泰章, 栗原晴子 (2015) サンゴ粘液は微生物食物連鎖の炭素フローを促進する. 日本サンゴ礁学会第18回大会, 東京.	口頭発表
H27	国内学会	栗原晴子、安田直子、Judith Wouters (2015)沿岸域における海洋酸性化. 2016年度春季大会日本海洋学会、東京2016年3月14-18日	口頭発表
H28	国内学会	大野良和、井上 麻夕里、新里 宙也、鈴木 淳、中村 崇、「pHイメージング法によるサンゴの酸性化応答の可視化」マリンバイオテクノロジー学会第18回大会. 2016年5月. 北海道大学.	ポスター発表
H28	国際学会	Eri Ikeuchi, Akira Iguchi, Takashi Nakamura, Dense fish scars as an indicator of physiological variation among massive *Porites* colonies, 13th International Coral Reef Symposium, Hawaii, USA June 21	ポスター発表
H28	国際学会	Ohno Y, Iguchi A, Shinzato C, Inoue M, Suzuki A, Sakai K, Nakamura T. Aposymbiotic primary coral polyp counteracts acidification by active pH regulation. The 8th International Conference on Marine Pollution and Ecotoxicology (ICMPE-8). June, 2016. University of Hong Kong, Hong Kong.	ポスター発表
H28	国内学会	池内絵里, 井口亮, 中村崇, 魚類食痕による塊状ハマサンゴの状態評価, 第19回日本サンゴ礁学会、2016年12月3日	ポスター発表
H28	国際学会	小島香菜、中村崇、Chronic impacts of low concentration of nutrients on coral community resilience、第22回国際動物学学会、2016年11月17・18日	ポスター発表
H28	国際学会	Eri Ikeuchi, Akira Iguchi, Takashi Nakamura, Dense fish scars as an indicator of physiological variation among massive *Porites* colonies, 22nd International Congress of Zoology, Okinawa, Japan November 17-18	ポスター発表
H28	国際学会	Kaoruko Miyakuni, Residents' Attitudes toward Tourism, a Case of Island Destination, Republic of Palau, International Conference of Tourism (ICOT 2016)	口頭発表
H28	国際学会	Kise H, Reimer JD, Phylogenetic relationships between zoantharian <i>Epizoanthus</i> spp. (Anthozoan: Hexacorallia) and host Eunice spp. tube worms (Eunicidae). 13th International Coral Reef Symposium, Honolulu, Hawaii (2016.6.19-6.24).	ポスター発表
H28	国際学会	Kise H, Reimer JD, Diversity and systematics of genus <i>Epizoanthus</i> (Cnidaria: Hexacorallia). 22nd International Congress of Zoology and the 87th Meeting of the Zoological Society of Japan, Okinawa, Japan (2016.11.14-11.19).	ポスター発表
H28	国際学会	Reimer JD, Fujiwara Y, Parkinson JE (2016) Diversity of <i>Symbiodinium</i> spp. in the zoantharian <i>Zoanthus sansibaricus</i> across vertical gradients in the Western Pacific. 13th International Coral Reef Symposium, Honolulu, Hawaii (2016.6.19-6.24).	口頭発表
H29	国際学会	Takashi Nakamura, Yeong Shyan Yuen, Coral reef collaborative research in Japan and Palau. Environmental Scientists Network for Asia-Pacific Islands. Annual meeting, Okinawa, March 21	招待講演
H29	国際学会	Takashi Nakamura, Yeong Shyan Yuen, Kana Kojima, Potential contribution of lab-field research on resilience of coral reef ecosystem, Tara in Okinawa 2017, A workshop for biodiversity and coral reef conservation、2017年4月17日	口頭発表
H29	国内学会	中村 崇、大規模白化現象とサンゴ礁生態系での課題・対策、サンゴ礁に関する地域住民向け講演会、座間味離島振興総合センター、2017年6月4日、阿波連生活館、2017年6月5日	招待講演
H29	国内学会	中村 崇、小島香菜、池内絵里、石持みずき、児玉悠仁、石西礁湖のサンゴ群集と大規模白化現象、第51回ビブリオシンポジウム特別セッション、石垣市ホテルミヤヒラ、2017年10月20日	招待講演

H29	国際学会	Takashi Nakamura, Introduction & P-CoRIE coral reef survey/Mass bleaching in Okinawa, Session 5B: Panel Session “Conservation of Island ecosystem in Palau and Japan.,2017 RETI (Réseau d’ Excellence des Territoires Insulaires) symposium (Oral: session chair), 2017年11月18日	口頭発表
H29	国内学会	池内絵里, 井口 亮, 中村 崇, 魚類は白化したハマサンゴを見分けるか～長期モニタリングによるアプローチ～、第20回日本サンゴ礁学会、2017年11月24日	ポスター発表
H29	国内学会	小島香葉, Mariyam Shidha Afzal, 石持みずき, 八木美沙希, 徳田侑大, 中村 崇, 八重山における2016 年のサンゴ群集白化後の状況、第20回日本サンゴ礁学会、2017年11月24日	ポスター発表
H29	国内学会	石持みずき, 池内絵里, 井口 亮, 中村 崇, 瀬底島におけるコユビミドリイシの繁殖投資量の年比較、第20回日本サンゴ礁学会、2017年11月24日	ポスター発表
H29	国内学会	Takashi Nakamura, Significance of the recurrent mass bleaching in Sekisei lagoon, Okinawa, Public symposium JCRS 2017 “Asia-Pacific coastal ecosystems in danger” Tokyo Institute of Technology, Nov. 26 2017	招待講演
H29	国内学会	Reimer JD, Santos M, Kise H, Soong K (2017) Diversity and ecology of Zoantharia in Dongsha Atoll and the South China Sea. 日本刺胞動物談話会、奄美。	口頭発表
H29	国内学会	喜瀬浩輝、Reimer JD (2017) パラオにおけるスナギンチャク類の多様性。日本刺胞動物談話会、奄美。	口頭発表
H29	国内学会	Reimer JD, Santos M, Kise H, Montenegro J, Garcia-Hernandez J, Hoeksema B (2017) カリブ海産スナギンチャク類について。我が国の刺胞動物研究の発展、千葉。	招待講演
H29	国内学会	Kise H, Masucci G, Biondi P, Uyeno D, Nestor V, Tony BJ, Adelbai Z, Isalias KO, Olkeriil MRK, Marie L, Kintaro Rechelulk Z, Soong GY, Reimer JD (2017) Marine biodiversity of Palau. P-CoRIE Symposium, Koror, Palau.	口頭発表
H29	国内学会	Kise H, Masucci G, Biondi P, Uyeno D, Nestor V, Tony BJ, Adelbai Z, Isalias KO, Olkeriil MRK, Marie L, Kintaro Rechelulk Z, Soong GY, Reimer JD (2017) Marine biodiversity of Palau. Nikko Bay Community Talk, Koror, Palau.	口頭発表

招待講演	9
口頭発表	26
ポスター発表	23

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する外国出願 ※
No.1											
No.2											
No.3											

国内特許出願数 0件
公開すべきでない特許出願数 0件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する国内出願 ※
No.1											
No.2											
No.3											

外国特許出願数 0件
公開すべきでない特許出願数 0件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
H27	H27年12月10日	ナイスステップ賞	海洋の観察による、地球規模で進行する海洋の温暖化及び酸性化の把握	栗原 晴子	文科省、科学技術・学術政策研究所、	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H27	H28年1月21日	第37回沖縄研究奨励賞	沖縄のサンゴ礁における 海洋生物多様性研究	James Davis Reimer		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H28	H29年1月17日	沖縄タイムス出版文化賞(児童部門)	サンゴしようのおとぎ話	土屋 誠	沖縄タイムス	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H28	H29年3月24日	平成28年度学長賞受賞		喜瀬 浩輝	琉球大学	2.主要部分が当課題研究の成果である	
H29	H29年8月	内閣総理大臣表彰 第10回海洋立国推進功労者表彰における「自然環境保全部門」	「サンゴ礁生態系と共生する社会の実現への取組」	土屋 誠	内閣府	3.一部当課題研究の成果が含まれる	

4 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
H25	2013年8月2日	Island Times (新聞)	PICRC, UOR begin SATREPS Project		1.当課題研究の成果である	
H25	2013年8月23日	Mesekiu's News (PCC広報誌)	SATREPS Project Paritipants Visit PCC		1.当課題研究の成果である	
H25	2013年9月26日	TIA Belau (新聞)	1st Joint Coordination Committee Meeting for coral reef project		1.当課題研究の成果である	
H25	2013年9月27日	Island Times (新聞)	JCC held first meeting		1.当課題研究の成果である	
H25	2013年10月4日	Island Times (新聞)	First JCC Meeting for Palau Coral Reef and Island Ecosystem Project concluded		1.当課題研究の成果である	
H25	2014年1月14日	Island Times (新聞)	DNA lab established		1.当課題研究の成果である	

H25	2014年1月30日	TIA Belau (新聞)	PICRC receives new equipment worth over \$300K from JICA for the P-CoRIE Project		1.当課題研究の成果である	
H25	2014年3月20日	TIA Belau (新聞)	Forum on connectivity between nature and human society		1.当課題研究の成果である	
H25	2014年3月21日	Island Times (新聞)	Forum on Connectivity between Nature and Human Society held at PCC		1.当課題研究の成果である	
H25	2014年3月21日	Mesekiu's News (PCC広報誌)	Nature Presentations at Palau Community College		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年6月13日	Island Times (新聞)	Two of Palau's premier institutions to offer EM certification program		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H26	2014年7月21日	TIA Belau (新聞)	PCC student completes internship atPICRC		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年7月21日	Island Times (新聞)	PCC environmental marine science student complete internship at PICRC	Opinion	1.当課題研究の成果である	
H26	2014年7月22日	Island Times (新聞)	PICRC,PCC and PAN office join forces to pilot a marine ecological monitoring course		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H26	2014年7月22日	Island Times (新聞)	PICRC, PCC and PAN Office join forces to pilot a marine ecological monitoring course		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H26	2014年8月8日	Island Times (新聞)	PICRC recieves new boat for resarch from JICA for P-CoRIE Project		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H26	2014年8月14日	TIA Belau (新聞)	PAN conservation officers training begins		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年8月15日	Island Times (新聞)	PAN conservation officers training begins		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年9月27日	東奥日報(新聞)	海の将来 パラオに探る 琉球大、サンゴを共同研究		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年10月7日	Island Times (新聞)	PICRC conducts training on water quality measurement		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年10月9日	TIA Belau (新聞)	PCC students learn about DNA analysis and its applications for marine conservation		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年10月10日	Island Times (新聞)	PCC students learn about DNA analysis an its applicaitons for marine conservation	Top stories	1.当課題研究の成果である	

H26	2014年12月2日	Island Times (新聞)	Forum on Connectivity between Mangrove and Coral Reef Ecosystems conducted		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年12月2日	Island Times (新聞)	JICA volunteer at PICRC tells of experience	Top stories	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H26	2014年12月2日	Island Times (新聞)	2nd JCC meeting highlights success of the P-CoRIE Project		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年12月4日	TIA Belau (新聞)	PICRC conducts workshop with partners on capacity building for PAN site management		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年12月8日	TIA Belau (新聞)	Principal investigator shares his perspective of SATREPS		1.当課題研究の成果である	
H26	2014年12月22日	Island Times (新聞)	PICRC chief aquarist and communication & outreach officer attend aquarium training in Japan		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H26	2014年12月31日	TIA Belau (新聞)	PICRC and PCC signs final agreement on the merging of their DNA labs.		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H26	2014年12月31日	Island Times (新聞)	PICRC and PCC signs final agreement on the merging of their DNA labs.		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H26	2015年1月6日	Island Times (新聞)	PICRC and PCC signs final agreement on the merging of their DNA labs.		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H27	2015年7月2日	TIA Belau (新聞)	Palauan Students attending US colleges and universities interns at PICRC for the summer		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H27	2015年7月16日	TIA Belau (新聞)	New Post-doctoral researcher joins PICRC's P-CoRIE project		1.当課題研究の成果である	
H27	2015年7月17日	Island Times (新聞)	New Post-doctoral researcher joins PICRC's P-CORIE project		1.当課題研究の成果である	
H27	2015年9月29日	Island Times (新聞)	PICRC and University of Ryukyus begin research on COTS		1.当課題研究の成果である	
H27	2015年11月3日	Island Times (新聞)	P-CoRIE's 3rd JCC meeting highlights successes		1.当課題研究の成果である	
H27	2015年11月25日	Island Times (新聞)	Nearly 200 students visit Palau aquarium within a month and a half		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H27	2015年12月4日	Island Times (新聞)	PICRC researcher gets specialized training on water quality at the University of the Ryukyus in Okinawa, Japan		1.当課題研究の成果である	

H27	2016年1月11日	TIA Belau (新聞)	Japan MP's visits PICRC		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H27	2016年2月8日	TIA Belau (新聞)	PICRC Researcher is accepted into Master's Program in Marine Science		1.当課題研究の成果である	
H27	2016年2月9日	Island Times (新聞)	PICRC Researcher is accepted into Master's Program in Marine Science		1.当課題研究の成果である	
H27	2016年2月9日	Island Times (新聞)	PICRC and partners offers specialized training for Airai Conservation Officers		1.当課題研究の成果である	
H27	2016年2月11日	Phys.org (internet news site)	Two new zoantharian species found on eunicid worms in the dark in the Indo-Pacific ocean	http://phys.org/news/2016-02-zoantharian-species-eunicid-worms-dark.html	1.当課題研究の成果である	
H27	2016年2月11日	TIA Belau (新聞)	PICRC and partners offers specialized training for Airai Conservation Officers		1.当課題研究の成果である	
H27	2016年2月12日	沖縄タイムズ(新聞)	スナギンチャクに新種		1.当課題研究の成果である	
H27	2016年2月13日	Island Times (新聞)	PICRC's research shows reef crest protects shoreline by reducing wave height by 96%		1.当課題研究の成果である	
H27	2016年2月15日	TIA Belau (新聞)	PICRC's research shows reef crest protects shoreline		1.当課題研究の成果である	
H27	2016年2月19日	Island Times (新聞)	JICA conducts follow-up cooperation study at PICRC		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H27	2016年2月19日	Island Times (新聞)	Airai Conservation officers complete training course on MPA Monitoring		1.当課題研究の成果である	
H27	2016年2月19日	One species a day (Blog)	Two new zoanthids: Epizoanthus inazuma and Epizoanthus beriber	http://onebugaday.blogspot.jp/2016/02/two-new-	1.当課題研究の成果である	
H27	2016年2月22日	TIA Belau (新聞)	Airai Conservation officers complete MPA Monitoring training course		1.当課題研究の成果である	
H27	2016年3月4日	Island Times (新聞)	P-CoRIE research lead to the discovery of new species in Palau		1.当課題研究の成果である	
H27	2016年3月7日	TIA Belau (新聞)	New coral reef species discovered in Palau		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H27	2016年3月17日	TIA Belau (新聞)	Economic valuation workshop held at PICRC		1.当課題研究の成果である	

H28	2016年4月7日	TIA Belau (新聞)	PICRC Researcher and PCC President attend confab and symposium in Okinawa		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H28	2016年6月10日	Island Times (新聞)	Palau's Nikko Bay corals thrive in acidic environment		1.当課題研究の成果である	
H28	2016年6月30日	TIA Belau (新聞)	PICRC researchers present their work at the 13th ICRS		1.当課題研究の成果である	
H28	2016年8月4日	TIA Belau (新聞)	Lincy Marino hired as PICRC Communications and Outreach Officer		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H28	2016年9月12日	TIA Belau (新聞)	Otto conducts research at PICRC as part of her master's program		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H28	2016年9月15日	TIA Belau (新聞)	PICRC Board of Directors approves the Center's Workplan for 2017		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H28	2016年9月20日	Island Times (新聞)	P-CoRIE gears up for its Research Seminar		1.当課題研究の成果である	
H28	2016年9月23日	Island Times (新聞)	P-CoRIE's 4th JCC prepares for its final year		1.当課題研究の成果である	
H28	2016年9月26日	Island Times (新聞)	PICRC Researchers Present Projects at 4th Joint Coordinating Committee		1.当課題研究の成果である	
H28	2016年9月26日	TIA Belau (新聞)	PICRC Researchers Present Projects at 4th Joint Coordinating Committee		1.当課題研究の成果である	
H28	2016年10月13日	TIA Belau (新聞)	PICRC researcher attends week-long training in Okinawa		1.当課題研究の成果である	
H28	2016年10月21日	Island Times (新聞)	PICRC researcher Otto, studies impact of sewer outflow on corals for her master's degree research	Billboard	1.当課題研究の成果である	
H28	2016年10月24日	TIA Belau (新聞)	Palauan researcher conducts studies on sewer outflow on corals		1.当課題研究の成果である	
H28	2016年11月4日	Island Times (新聞)	Interns Kubo and Sengebau finish their internships at PICRC	Billboard	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H28	2016年11月4日	Island Times (新聞)	PICRC and partners to conduct surveys in November and December in States of Koror and Airai		1.当課題研究の成果である	
H28	2016年12月2日	Island Times (新聞)	PICRC outreach program reaches 82% of all the students in Palau		3.一部当課題研究の成果が含まれる	

H28	2017年2月10日	Island Times (新聞)	Vice-Minister and Ambassador of Japan along with dignitary guests visited Palau International Coral Reef Center (PICRC) and Palau Aquarium on January 19, 2017.		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H28	2017年2月13日	TIA Belau (新聞)	Ecological monitoring training course held		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H28	2017年2月23日	TIA Belau (新聞)	PICRC holds Closing Ceremony for Koror State PAN Ecological Training Course		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H28	2017年2月28日	Island Times (新聞)	Evelyn Ikelau Otto returns to Palau to continue her Masters Research		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H28	2017年3月3日	Island Times (新聞)	PICRC hosts Green Fins Palau workshop		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H28	2017年3月6日	TIA Belau (新聞)	PICRC hosts Green Fins Palau workshop		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H28	2017年3月9日	TIA Belau (新聞)	Green Fins in the DNA of Pristine Paradise Palau		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H29	2017年7月17日	TIA Belau (新聞)	PICRC hosts meeting for OEK members		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H29	2017年7月6日	TIA Belau (新聞)	Otto returns to PICRC to continue research		1.当課題研究の成果である	
H29	2017年10月6日	Island Times (新聞)	Significant research reported at PICRC during the JCC5		1.当課題研究の成果である	
H29	2017年10月6日	Island Times (新聞)	PICRC researcher Evelyn Otto has returned to continue her Masters research		1.当課題研究の成果である	
H29	2017年10月16日	TIA Belau (新聞)	PICRC and P-CoRIE received high marks on evaluation		1.当課題研究の成果である	

H29	2017年11月30日	TIA Belau (新聞)	PICRC's research highlighted at the 2017 RETI Okinawa Symposium		1.当課題研究の成果である	
H29	2017年12月7日	TIA Belau (新聞)	New PICRC book set for release		1.当課題研究の成果である	
H29	2017年12月8日	Island Times (新聞)	PICRC Symposium highlights recommendations for marine ecosystem conservation		1.当課題研究の成果である	
H29	2017年12月11日	TIA Belau (新聞)	PICRC Symposium highlights recommendations for marine ecosystem conservation		1.当課題研究の成果である	
H29	2017年12月12日	Island Times (新聞)	New book, "Paradise of Nature: Understanding the Wonders of Palau" released by PICRC		1.当課題研究の成果である	
H29	2017年12月14日	TIA Belau (新聞)	New Book, "Paradise of Nature: Understanding the Wonders of Palau"		1.当課題研究の成果である	
H29	2017年12月14日	TIA Belau (新聞)	Results of research conducted in Airai presented to community		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H29	2017年12月15日	Island Times (新聞)	Uniqueness of Ngermid Bay highlighted during community meeting at Nermid		1.当課題研究の成果である	
H29	2017年12月18日	TIA Belau (新聞)	Uniqueness of Ngermid Bay highlighted during community meeting		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H29	2018年1月5日	沖縄タイムズ(新聞)	新種2種を発見		1.当課題研究の成果である	
H29	2018年1月6日	琉球新報(新聞)	スナギンチャク 本島で新種2種		1.当課題研究の成果である	
H29	2018年1月8日	TIA Belau (新聞)	Marine species named after TR		1.当課題研究の成果である	
H29	2018年1月8日	Island Times (新聞)	New marine species named after President Remengesau		1.当課題研究の成果である	
H29	2018年2月8日	TIA Belau (新聞)	Seven PICRC staff pursue higher degrees		3.一部当課題研究の成果が含まれる	
H29	2018年2月16日	Island Times (新聞)	PICRC, PCC to co-manage DNA lab		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H29	2018年2月19日	TIA Belau (新聞)	PICRC and PCC to co-manage the DNA lab located at PCC campus		2.主要部分が当課題研究の成果である	
H29	2018年3月8日	TIA Belau (新聞)	Study emphasizes importance of coral reefs in mitigating climate change impacts		1.当課題研究の成果である	
H30	2018年4月3日	TIA Belau (新聞)	P-CoRIE Project Ends after 5 years: Major		1.当課題研究の成果である	
H30	2018年4月2日	Island Times (新聞)	P-CoRIE Project Ends after 5 years		1.当課題研究の成果である	

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	概要
H24	2013年3月14日	MoU調印式	琉球大学(日本国)	12名(1名)	PICRCおよび琉球大学との間の協定調印を実施した
H24	2013年3月27日	MoU調印式	パラオ短期大学 (パラオ国)	14名(10名)	PCCおよび琉球大学との間の協定調印を実施した
H25	2014年3月17日	Integrated discussion on the connectivity between nature and human society	パラオ短期大学 Assembly Hall (パラオ国)	講演・パネリスト 10名(6名)	PAN(保護区ネットワーク)担当者、コロール州ロックアイランド保安全管理担当、パラオ自然協会(NPO)、環境担当(EQPB)およびPI/大学院生を交えたシンポジウム
H26	H26年7月4日	Francis M. Matsutaro駐日大使と面談	島嶼国向け気候変動政策対話 (東京)	1名(中村)	駐日パラオ大使へプロジェクト概要説明、今後への期待とともに謝辞を貰った
H26	H26年9月以降	パラオのサンゴ礁環境	パラオ(PCC)	約10名(パラオダイビング協会を対象)	ダイビング事業者を対象にした海域環境についての紹介(不定期に開催)
H26	H26年10月以降 ～	分子生物学講義および実習	パラオ(PCC)	10名(すべてパラオ短期大学生対象)	プロジェクトで導入した遺伝子実験装置を利用したPDによる講義・実習
H26	H26年11月9日	琉球放送～Live with the community～	日本(沖縄)	ラジオ番組(i-Radio; 一般向けネットラジオ)	「サンゴ研究と国際協力」をテーマにパラオ国でのJICA/JST によるSATREPSプロジェクトについての紹介を実施(リンク: http://www.rbc.co.jp/radio_blog/2014%E5%B9%B411%E6%9C%889%E6%97%A5EF%BD%8E%EF%BD%8F32/)

H26	H26年11月28日	Ecosystem services of coral reefs: For the discussion in the environmental impact assessment JICA研修会「環境影響評価研修会」	日本(沖縄)	約10名(ミクロネシア各国関係者を対象)	パラオからの参加者を含むミクロネシアからの研修生らを対象とした講義を実施
H26	H26年11月24日	2nd P-CoRIE Seminar "Connectivity between mangrove and coral reef ecosystems with reference to their ecosystem	パラオ(PCC)	約45名(うち現地30名・一般含む)	パラオ・本邦研究者による生態系のつながりに関する成果およびパラオでの社会実装についての議論を実施
H26	H27年1月16日	Island environment: Biogeochemical cycle via water dynamics JICA研修会「Conservation and Management of Water Environment in Island Countries」	日本(JICA沖縄国際センター)	約10名(ミクロネシア各国の政府機関担当者対象)	パラオからの2名を含むミクロネシアからの研修生らを対象とし水資源管理に関する講義を実施
H26	H27年1月26日	第81回琉大21世紀フォーラム「太平洋に浮かぶ生物の楽園? パラオの豊かなサンゴ礁の未来を守れ! サンゴ礁島嶼系における気候変動による危機とその対策」	日本(沖縄)	約65名(大学関係者・一般参加者含む)	パラオにおけるSATREPSプロジェクトの紹介・中間成果発表および一般・沖縄県の関係者らとの意見交換を実施
H26	H27年2月24日	PI会合	日本(沖縄)	9名(JICA現地調整員含む)	社会実装(政策提言)に向けた具体案およびヒアリング対象機関等についての情報交換および議論を実施
H26	H27年3月4日	Opinion exchange meeting with PAN	パラオ(PCC)	15名(PANマネージャーおよびカウンターパートを含む)	パラオ側のニーズ確認およびPANが主体となって準備している政策案「Nationwide Strategic Mangement Plan」についての勉強会
H27	H27年5月21日	Discussion with PAN office (非公開)	パラオ(PICRC)	10名(PANマネージャーおよびカウンターパートを含む)	PANが主体となって準備している政策案へのプロジェクトからの素提案についての相談
H27	H27年10月21日	P-CoRIE: Update and Next Steps	パラオ(PICRC)	約40名(うち現地20名、主にJCCメンバー)	JCC3に先立ち、プロジェクトのこれまでの成果の詳細と今後の方針を議論。
H27	H27年10月31日	講演会「サンゴ礁生態系に迫る危機とその解決に向けて」	日本(石垣市)	30名(一般・高校生)沖縄県サンゴ礁保全活動支援事業	日本・パラオでのサンゴ礁保全対策について講演を実施

H27	H27年12月16日	Research update/discussion	HIMB (Hawaii)	約20名 (HIMB研究員)	Biodiversity research around Okinawa Island in the northwest Pacific (特にCeraesignum類に関する)
H27	H28年1月14日	Symposium	宜野湾 Convention Center	約150名 (一般)	沖縄のサンゴ礁における 海洋生物多様性
H27	H28年2月8日～ 17日	On Site Training on Coral Reef Monitoring for Airai State, Palau	パラオ (PICRC)	約10名 (アイライ州自然保 護官、PAN関係者及びカ ウンターパートを含む)	H27年2月、アイライ州政府自然保護官を対象にした サンゴ礁モニタリング手法及び調査計画策定のため の現地研修
H27	H28年3月3～4日	Economic ValuationWorkshop	パラオ (PICRC)	約15名 (PAN関係者およ びカウンターパートを含 む)	H27年3月3～4日、Koror州政府、PAN事務局、EQPB 等サンゴ礁の経済評価に関わる関係者を対象にした サンゴ礁の経済評価に関する研修
H27	H28年3月24日	Symposium	OIST Seaside House	約40名 (研究者)	Diversity of <i>Symbiodinium</i> spp. in the zoantharian <i>Zoanthus sansibaricus</i> across vertical gradients in the western Pacific
H27	H28年3月24日	Symposium	OIST Seaside House	約40名 (研究者)	Comparison of scleractinian coral communities, their endosymbionts, and water quality of two bays on Okinawa Island, Japan
H27	H28年3月24日	Symposium	OIST Seaside House	約40名 (研究者)	Phylogeny and ecology of sponge-associated zoantharians
H27	H28年3月19日	サイエンスカフェ	日本 (東京)	17名 (一般)	パラオでの研究を始め、海洋酸性がサンゴ礁に及ぼ す影響について一般市民に解説を実施した
H28	H28年9月21日	P-CoRIE Research Seminar	パラオ (PICRC)	約25名 (関係者およびカ ウンターパートを含む)	プロジェクトで得られた知見の共有と政策提言に向け た議論をおこなった
H28	H29年2月7日	PAN Ecological Monitoring Training for Koror State Rangers/Conservation Officers」	パラオ (PICRC)	約15名 (Koror州自然保護 官、PAN関係者及びカウ ンターパートを含む)	H29年2月、Koror州政府自然保護官を対象にしたサ ンゴ礁モニタリング手法及び調査計画策定のための 現地研修

H28	H29年3月1日～3日	GreenFinWorkshop	パラオ(PICRC)	約50名(政府関係者およびマリンレジャー業者含む)	Impacts and Importance of Tourismというタイトルでパラオ住民の観光に対する態度の研究を通して観光の現状と課題についてマリンツーリズム関係者に解説した。
H28	H29年3月9日	与論島地下水学会 一島の環境・サンゴ礁の未来を考えるシンポジウム	与論島(鹿児島)	約45名(与論町民・役場職員・環境省職員など)	サンゴ群集の衰退と課題・パラオでの対策などを紹介
H29	H29年4月17日	Tara in Okinawa 2017, A workshop for biodiversity and coral reef conservation	日本(沖縄)	約60名(研究者)	パラオでのサンゴ礁保全対策について講演を実施
H29	H29年4月21日	Invited lecture	University of Costa Rica, San Jose, Costa	約10名	Current research by the MISE (Molecular Invertebrate Systematics & Ecology) Lab in Okinawa, Japan
H29	H29年5月15日	Invited lecture	Curtin University,	約30名	Biodiversity research in the Indo-Pacific
H29	H29年6月4日	サンゴ礁に関する地域住民向け講演会	座間味島(沖縄)	約40名(座間味島民・役場職員・環境省職員)	大規模白化現象とサンゴ礁生態系での課題・対策
H29	H29年6月5日	サンゴ礁に関する地域住民向け講演会	渡嘉敷島(沖縄)	約50名(渡嘉敷島民・役場職員・環境省職員)	大規模白化現象とサンゴ礁生態系での課題・対策
H29	H29年7月7日	Meeting with OEK members	パラオ(PICRC)	約40名	下院議員向けの環境政策にかかわる科学的新知見の説明
H29	H29年9月28日	P-CoRIE Seminar: Policy Recommendation Seminar	パラオ(PICRC)	約40名	プロジェクト成果から得られた政策案の提示
H29	H29年7月7日	RETI	沖縄	約200名	島嶼国(ヨーロッパ・アジア・中南米)研究者の集まり
H29	H29年10月15-17	Bringing the Gap between Ocean Acidification Impacts and Economic Valuation	Monaco	約60名	サンゴ礁域における海洋酸性化による影響と対策に関わる政策提言の模索
H29	H29年12月6日	Airai Community Meeting	パラオ(PICRC)	約40名	アイライ州の流域住民向けの説明会
H29	H29年12月7日	P-CoRIE Seminar: Research findings and recommendations	パラオ(PICRC)	約40名、ラジオ番組(パラオ語;一般向けラジオ)	一般・政策担当者向けのシンポジウム
H29	H29年12月7日	Launching of "Paradise of Nature"	パラオ(PICRC)	約40名	自然ガイドブックのお披露目と教育大臣への引き渡し式典

H29	H29年12月9日	Ngermid Community Meeting	パラオ (PICRC)	約40名	ニッコー (Ngermid) 湾に面した地域住民向け説明会
H29	H30年1月28日	「サンゴ礁生態系と共生する社会の実現: サンゴ礁に恩返しをしよう」	明治大学	約100名	国際サンゴ礁年オープニングオープニングシンポジウム特別講演(招待)
H29	H30年2月4日	「宮古島のサンゴ礁の恵み」	JTAドーム宮古	約100名	サンゴ礁保全行動計画シンポジウム(招待)
H29	H30年2月11日-12日	Seminar for Local Teachers	パラオ (PICRC)	約100名	現地公立高校・私立高校の学生教員および短期大学生向けの自然ガイドブックを用いたレクチャー
H29	H30年2月13日	Socio-Economics Symposium	パラオ (PICRC)	約50名、ラジオ番組(パラオ語; 一般向けラジオ)	社会科学系研究および人材育成分野を中心とした政策提案にかかわるシンポジウム
H29	H30年2月23日	Kanjana ADULYANUKOSOL, Chittima ARYUTHAKA and Makoto TSUCHIYA: ジュゴンの摂食活動と海草生態系における物質循環 Biogeochemical cycle in seagrass beds with reference to the grazing by dugongs.	三重県鳥羽国際ホテル		国際ジュゴンシンポジウムInternational Mermaid Symposium
H29	H30年2月25日	「サンゴのふしぎな暮らし」	久米島具志川		サンゴの海フェスタ久米島(招待)
H29	H30年3月5日	Presentation on Residents' Attitudes toward Tourism and Tourism Carrying Capacity	パラオ (PICRC)	P-CoRIE (宮国) ドルフィンズパシフィック代表(田中)	アンケートを実施してもらった現地旅行会社に調査結果を報告した。
H29	H30年3月5日	「サンゴ礁の恵みと国立公園」	阿嘉島さんごゆんたく館		さんごゆんたく館オープニング記念講演(招待)
H29	H30年3月7日	Presentation on Residents' Attitudes toward Tourism and Tourism Carrying Capacity	パラオ (PICRC)	P-CoRIE (宮国) インパックスツアー代表(菅原)	アンケートを実施してもらった現地旅行会社に調査結果を報告した。
H29	H30年3月8日	Presentation on Residents' Attitudes toward Tourism (RA) and Tourism Carrying Capacity (CC)	Bureau of Tourism	(4名) 宮国 Fabian B. Iyar (Senior Tourism Policy Advisor), David A. Orrukem (Senior Compliance Specialist), Ray marino (Compliance	P-CoRIEで行った観光の2つの調査結果を発表し、同じ内容の調査を定期的に行いたいとのコメントをもらった。特にRAに関しては、実施することが、パラオのTourism Master Plan (BoT HP)に公表されている。
H29	H30年3月11日	「糸満ハーレーとサンゴ礁」	日本(沖縄)	道の駅いとまん	サンゴの海フェスタいとまん(招待)

H29	H30年3月14日	The Impacts of sea level rise and typhoon on Melekeok by Year 2100, Melekeok state office, Palau Islands	Melekok州	州知事および州政策関係者10名	州知事および政策関係者向け成果説明会
H29	H30年3月15日	The Impacts of sea level rise and typhoon on Melekeok by Year 2100, Melekeok state office, Palau Island	Melekok州	約40名	海面上昇と台風影響についての住民向け説明会
H30	H30年3月19日	第97回 琉大21世紀フォーラム「パラオのサンゴ礁島嶼生態系における危機とその対策」	日本(沖縄)	約40名	プロジェクト成果報告/説明会

54 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
H25	2013年9月25日	研究計画承認	29名(11名)	研究計画の承認およびミニッツ署名
H26	2014年11月25日	年度実績紹介と次年度計画の承認	45名 (PICRC/PCC/ 政府関係機関/ 大使館など)	両国の研究者らによる成果紹介および次年度に向けた改善策を含めた計画承認
H27	2015年10月21日	中間時点での成果共有と次年度計画の承認	28名(13 名:PICRC/PCC/ 政府関係機関/ 大使館など)	成果成果の共有およびプロジェクト後半に向けた改善策を含めた議論、計画の承認
H28	2016年9月21日	年度実績紹介と最終年度計画の承認	35名 (PICRC/PCC/ 政府関係機関/ 大使館など)	両国の研究者らによる成果紹介および政策提言への道筋を含めた最終年度計画の承認
H29	2017年9月28日	成果の共有と最終レビューの報告	45名 (PICRC/PCC/ 政府関係機関/ 大使館など)	研究や教育普及の成果を共有し、JICA評価団による最終レビューの報告を受けた。

5 件

研究課題名	サンゴ礁島嶼系における気候変動による危機とその対策
研究期間	平成24年6月1日～平成25年3月31日（暫定研究） 平成25年4月1日～平成30年3月31日（正式委託研究）
研究代表者名 （所属機関）	中村 崇 准教授 （琉球大学 理学部）
相手国名	パラオ共和国
主要相手国研究機関	パラオ国際サンゴ礁センター（PICRC） パラオ短期大学（PCC）

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	・フィードバックにより、国内サンゴ礁島嶼系保全体制および対策が充実する ・パラオ周辺サンゴ礁・マングローブ域の保全（国際的観光資源としての持続的利用） ・観光資源保全と持続的利用方法の共有
科学技術の発展	・海洋環境計測技術へのフィードバック ・遺伝子解析技術の提供 ・初記載種の報告
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・網羅的な生物多様性リスト作成 ・パラオ周辺海域の標本データベース
世界で活躍できる日本人人材の育成	・国際的に活躍可能な若手研究者育成（レビュー付雑誌への論文掲載など） ・国際シンポジウムなどにおける情報開示、若手研究者の積極的派遣
技術及び人的ネットワークの構築	・日本/パラオ共同での気候変動下でのサンゴ礁生態系モニタリングネットワーク構築 ・パラオにおける講義提供、セミナー開催
成果物（提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど）	・島嶼系における物質循環・環境動態説明 ・パラオにおけるMPA（海洋保護区）改善 ・現地若手研究員との論文共同執筆・国際誌投稿

上位目標

パラオにおける気候変動下でのサンゴ礁島嶼生態系の維持管理活動強化

環境・社会政策への提言が採用される

MPA（海洋保護区）保全政策への貢献
（データの引用など）

プロジェクト目標

天然資源環境観光省に対するサンゴ礁島嶼生態系の保全に資する政策提言

タスクフォース活動

保全重要域・対策の抽出

自然科学的・社会的な分析および評価を通じた、気候変動影響下におけるサンゴ礁島嶼生態系の持続的な維持管理に資する知見抽出

サンゴ礁島嶼生態系保全対策の優先順位評価

啓発ガイドブック作成・現地ワークショップ開催

気候変動（酸性化、温暖化、海面上昇、台風巨大化）とローカル（下水、陸域開発）な環境ストレスがパラオサンゴ礁生態系に与える影響の解明

サンゴ礁調査点でのサンゴ・魚類群集安定性・脆弱性評価

海域間のコネクティビティ評価

ロックアイランド保護区の評価

国際学会での共同セッション実施

海洋環境とサンゴ礁生物変動の相互関係解明

定点（方形区）モニタリングのマニュアル化

遺伝子解析結果の公開

環境変化による社会的・経済的影響の明確化、パラオに適した評価方法の確立

PAN職員のサンゴ礁モニタリング能力強化

環境ストレス素実験システムの構築

定点モニタリング結果の相手国への提供

標本データベースの相手国への移転

パラオでの観光・開発に対する住民意識と調査手法の確立・実施

C/P職員らの国内短・長期研修受け入れ実施

サンゴ礁沿岸での環境、水質計測を実施と相手国への技術移転

永久方形区を用いたサンゴ群集定点モニタリングの確立・実施

生物標本管理・保存システム構築

2か所以上のモニタリングコアサイトおよび4か所のサブサイトが決定される

環境変動	サンゴ群集モニタリング	生物多様性	社会経済学的評価	人材育成・普及啓発
------	-------------	-------	----------	-----------

研究項目1, 2, 3, 4, TFの成果と政策提言案

研究項目1, 2, 3, 4 タスクフォース	維持管理に資する知見 新たに判明・明確化した点	政策提言案
1サンゴ礁島嶼域生態系・海洋環境に関する継続的なモニタリングに必要な科学的データの整理	内湾部で毎年の高水温時に小規模の白化が起きている。パラオの水質／生物環境より異なる3海域（北西海域、東海域、ラグーン内海域）の存在が解明。異なるパラオ海域での酸性化の進行及びサンゴ群集への影響が明確化。 ニッコー湾の特殊性（物理的、化学的、生物学的環境）が明確化及びサンゴの高温・酸性化耐性が示唆された一方で、その脆弱性も明らかになった。 マラカル湾の排水口付近では栄養塩、有機物、光量の低下によるサンゴの生育低下・高オニヒトデ密度の存在が明らかとなった。	サンゴ白化被害調査を実施すべき。 これまで行われてきたサンゴ群集のモニタリングに加えて、サンゴ礁の劣化要因の解明と対策を実施するためには、水質環境のモニタリングを実施すべき。 パラオの各3海域にMPAを設置し、それぞれの海域の管理維持すべき。 気候変動関連パラメーター（炭酸系など）を持続的にモニタリングすべき。 ニッコー湾の保全管理の徹底、保護区化を進めるべき。 下水排出の管理、改善、本海域での継続的な水質／環境調査、水質基準の策定、リスク評価を実施すべき。 サンゴ群集の回復力を推定する為の調査を継続して行うべき。
2. 自然科学的・社会的な分析および評価を通じ、気候変動影響下におけるサンゴ礁島嶼生態系の持続的な維持管理に資する知見・課題を抽出する	観光客数の急増に伴う、環境負荷増大（排水・過剰漁獲）と同時に過密になったダイビングポイントなどでのダイバーやスノーケル利用者の満足度低下が示唆された。	環境保全の質を高めつつ、国民および海外からの観光客の理解を得る為、費用対効果や貨幣価値についての推定を取り入れるべき。 持続的観光産業育成の為、観光開発に対する国民および観光利用者の意識調査を定期的に実施すべき。
3. 保全および生物多様性と生態系サービスに対する住民の理解	初記載となる生物を含む新たな発見がなされた。 パラオ特有の環境における固有の生物群の生息環境が現在陸域影響や観光利用によって脅かされる危険性を示唆。	気候変動が今後も進む中、陸域からの汚染を最小限とすること、生物多様性を維持することが、健全なサンゴ礁生態系の持続性を高める点について、国民理解を促進するべき。 保全計画策定時にパラオ特有の環境（ロックアイランド海域や海中洞窟）の過剰利用が及ぼす負の影響について考慮すべき。
4専門的技術・知見の共有、人材育成	分かり易く、比較的安価に実施可能なサンゴ礁モニタリングプロトコル・解析マニュアルなどが作成された。 水質もニタンリグの技術移転がなされた。 環境ストレス評価実験室システムが構築された 供与された機器による高精度分析が可能になった。	気候変動・陸域影響について、調査／研究を進めるための予算と人員・研究費を国として確保するべき。 パラオ国における気候変動・その影響に関する国際共同研究を推進すべき。また、その保全ノウハウを広めるべき。
タスクフォース	アイライ湾での過去からの土砂流出の変遷が解明。 マルキョク州沿岸域でのシュミレーションにより、海面上昇と台風強化の影響で沿岸での塩害や波浪被害が明確化。	陸域対策お世に海域への影響評価をセットで実施すべき。 海水面、波浪のモニタリングの実施、台風などの災害に備えた避難計画および訓練の実施、自然の防波堤となるサンゴの生育を維持するためストレスを低減すべき。