

**地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)**  
**研究課題別終了時評価報告書**

**1. 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 (2013年4月～2018年3月)

**2. 研究代表者**

2. 1. 日本側研究代表者： 中村 崇 (琉球大学 理学部 准教授)

2. 2. 相手国側研究代表者： Dr. Yimnang Golbuu

(パラオ共和国 パラオ国際サンゴ礁センター (PICRC) センター長)

**3. 研究概要**

本共同研究プロジェクトでは、気候変動に伴う地球レベル、および人為開発に伴う地域レベルでの環境変動がパラオでのサンゴ礁島嶼系における海洋、陸域生態系へ及ぼす影響を評価すると共に島嶼経済への二次的影響を把握し、そこから持続可能な島嶼社会システムのあり方を提言することを目的とする。

プロジェクト目標「パラオにおけるサンゴ礁島嶼生態系についての研究能力および持続的な維持管理能力が強化される」に定められているように、本プロジェクトではサンゴ礁生態系の自然科学的な知見を集積するのみならず、それらの人文社会科学的な知見との統合により、サンゴ礁島嶼生態系の保全に資する政策提言を含む対策への道筋を提示することを目指す。

**4. 評価結果**

**総合評価： A+**

(所期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できる。)

パラオにおけるサンゴ礁生態系についての新たな知見が得られた。例えば、DNAの解析に基づいてスナギンチャクなどで新たな固有種が複数発見されたことは大きな成果として挙げられる。また、サンゴ礁と気候変動の関係を示す新たな知見も得られている。例えば、コロール島のニッコー湾が海洋酸性化とサンゴ礁生態系との関係を知るうえで貴重な特性を持つ海域であることを発見し、その関係について新たな知見を見出したことも大きな成果といえる。

また、相手国若手研究者を日本に招聘し修士課程修了者を輩出するなど、相手国において十分とはいえない本研究分野での後継者の育成を図った。さらに、サンゴ礁生態系モニタリングのための新たな調査手法、データ集積手法のシステム化を行った。今後、パラオ側がその人員構成や予算に応じてどの部分を継続して実施するかを検討は必要であるが、パラオが必要とすると考えられる基盤システムを構築した意味は大きい。

プロジェクトの運営面では、提案時の研究体制は主に自然科学の専門家で構成されていたが、選考時のヒアリングの結果を受けて社会科学的な研究の専門家を体制に加え、また、中間評価に

おけるコメントを受けて、研究の統合化など6つのタスクフォースを構築しプロジェクト後半における研究成果のさらなる創出につなげた。これにより、自然科学と社会科学の双方の視点からパラオ国のサンゴ礁の意義を統合的に評価することが可能となった。これらの成果に基づいた政策提言が、最終的に相手国議会および政府に提出され、今後のサンゴ礁のモニタリングに生かされることとなった。これらの活動はPICRCにおいて持続的に実施される予定である。

さらに、テクニカルレポートの作成、相手国人材へのトレーニングの実施、パラオの生態系に関するガイドブックの出版、住民向けセミナーの開催などが実施された。これらの活動のいくつかは、メディアなどでも取り上げられ、研究の成果を相手国の社会や国民に直接伝えるうえで大きな効果をもたらしたと評価できる。一方で、提言で示された方向性は、現在の調査活動を継続する必要を強調しているものの、自然科学と社会科学の連携方策等についての具体性に欠ける面もあり、今後の課題として残されている。パラオでの調査研究を継続すると共に、サンゴ礁生態系保全策が政策に具体的に反映できるよう引き続きフォローし、パラオのカウンターパートであるPICRCが島嶼系サンゴ礁研究の世界的な研究拠点となるよう、引き続き努力されたい。

なお、本プロジェクトの実施においては、両国の研究代表者である琉球大学 中村 崇准教授とPICRC Yimnang Golbuu 博士の強い指導力があつたことを付記しておきたい。

#### 4-1. 地球規模課題解決への貢献

##### 【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

研究対象地域であるパラオのサンゴ礁島嶼は、世界的に見ても重要な生態系を有している。本プロジェクトは、科学的な研究成果に優れ、サンゴ礁生態系の動態などに関し新たな発見・解明が数多くなされ、その現状および動向の把握と保全に大きく寄与した。ニッコー湾という、酸性化、高温化が進んだ海域を対象とし、その環境でも生育するサンゴの状況を明らかにしたことは、世界的にユニークな発見であるだけでなく、酸性化とサンゴ礁生態系の関係等において、将来予想される環境条件に対して様々な示唆を与える可能性がある。ほかにもいくつかの新種の発見や各海域間の遺伝子流動を明確にするなど、沿岸生態系の保全に欠かせない重要な情報を明確にし、新しい知見が得られている。

##### 【国際社会における認知、活用の見通し】

本プロジェクトの学術的な知見は国際的に重要であり、今後予想される気候変動による沿岸生態系への影響を考えるうえで、常に参照される研究になる可能性が高い。研究成果の発信や関連する他分野の組織などとの情報交換・交流にも積極的に取り組んでおり、今後、本プロジェクトの成果の国際的な認知・活用が十分になされると期待される。PICRCが国際的に重要な研究拠点に成長すること、さらに、本プロジェクトに関与した人材が世界的に活躍することも期待される。

##### 【他国、他地域への波及】

開発された保護地域の設定手法やモニタリング手法などは、同じようなサンゴ礁を抱える島嶼国には適用可能なものであり、他の島嶼国などへの研究成果の波及は十分に可能である。具体的な他地域への展開の検討はまだ進んでいないものの、実際に研究代表者らが、ワークショップや集会などを積極的に行うなど、既に研究成果の波及に着手していることもあり、今後期待できよう。

#### 【国内外の類似研究と比較したレベルや重要度】

本プロジェクトが扱う研究内容は広く類似研究と呼べるものは少ないが、サンゴ礁島嶼系における環境保全を目指す研究として十分に高いレベルの成果を出している。酸性化・高温化が進んだ水域の生態系の解明、DNA を用いた分析方法の確立や遺伝子流動の解明、保護地域の設定などの研究成果は国際的にも高い水準にある。

### 4-2. 相手国ニーズの充足

#### 【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

本プロジェクトでは、生態系、生物多様性に関し、新規で貴重な知見がいくつか得られた。パラオ政府による高い評価にみられるように、本研究成果は同国で重要な課題である生態系保全をはじめ、相手国のニーズを十分に満たしているといえよう。相手国の沿岸生態系保護地域の策定に関して必須の情報を整備するとともに具体的な提言をした。また、汚染海域についてその実態を解明し、具体的な対策には至らないまでもその深刻さを明確にした点は、社会的にもインパクトは大きい。研究調査、住民や訪問者の意識の向上、保護区の設定、廃棄物・下水処理の重要性などの提言がなされたが、それらは抽象的、概念的な感が否めず、政策へのインパクトが発揮されるかは今後の活動に委ねられている。

#### 【課題解決、社会実装の見通し】

科学的に確認された現状の認識に基づいて作成された政策提言は、社会実装へ向けた具体的な方針の提示などでやや不十分な点があるものの、パラオの上・下院議員団に対して説明会を開き、「パラオサンゴ礁保護法」の制定の動きにつながっている。また、テクニカルレポートも作成して、研究成果の社会実装に努めている。さらに、水質測定やモニタリングなどは、PICRC の業務として引継ぎを行いつつある。

#### 【継続的発展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

将来の人材確保や機器の供給に不確実性はあるものの、プロジェクトの成果を継続的に発展させる方向性は示されたといえよう。パラオの若手研究者が琉球大学で学位を取得し、また、本プロジェクトで最新技術のトレーニングや実習を実施したことなど、人材育成に関して多くの成果があった。すでに他国からの研究者も派遣されているとのことで、今後も PICRC を中心に継続的に活動が続けられる可能性が高い。相手国における将来の人材確保については、パラオだけでなく他の島嶼国も含めた人材の育成を促進する仕組みを考える必要があるかもしれない。

#### 【成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展してゆく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

本研究によって、サンゴ礁生態系の汚染や過度な利用などの影響が明らかとなり、相手国側も対策の重要性を認識した。今後は対策に的を絞った成果展開が必要と思われる。今後の PICRC の継続的な活動により、直接的な研究成果やその応用を通して得られた新たな知見が、パラオ政府の政策や学校教育などに活用されることが十分に期待できよう。

### 4-3. 付随的成果

#### 【日本政府、社会、産業への貢献】

プロジェクトの成果は、日本からの旅行者や修学旅行生などに対する研究紹介や体験学習などに活かされている。本プロジェクトにおける酸性化・高温化が進んだサンゴ礁域の実態調査の結果は、日本のサンゴ礁の保全策に貢献する可能性が高い。また、これらの研究成果が日本政府のパラオへの援助の方向性を支えているともいえ、相手国における日本のプレゼンスを高めているともいえる。

#### 【科学技術の発展】

本プロジェクトは、既存の科学技術の応用に力点を置いてなされたため、方法論についての科学技術的な新規性は大きいとはいえないが、サンゴ礁生態系・生物多様性に関するいくつかの新しく、重要な知見が得られた。酸性化・高温化が進んだ水域での生態系の解明は、今後、気候変動や海洋酸性化が予想されるサンゴ礁生態系の保全策などに応用できる可能性が高く、発展が期待できる。また、生態系への海洋汚染の影響などについて明らかとなったので、今後の具体的対策に向けた研究への発展が期待できる。

#### 【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

日本の若手人材が積極的に起用され、パラオにおける調査の経験のみならず、パラオからの留学生との交流を通し、将来の活躍につながる多くの経験を積んだ。若手研究者や大学院生が複数回にわたり現地での研究に参加し、若手研究者同士の交流に限らず、現地の人材育成にも貢献した。ただ、これらの活動は大学院生の教育にとどまっており、新たな研究者、実務者の育成には課題が残る。

#### 【知財の獲得や、国際標準化への取り組み、生物資源へのアクセスや、データ入手方法】

海洋生物調査で得られた生物標本は 20,000 点以上であり、新種の生物の発見などの成果も得られている。それらを含む多様性データは、国際的データベース (Barcode of Life) にアップデートリンクを行っている。国際標準化への取り組みに関しては、本プロジェクトが直接貢献することは難しいかもしれないが、今後検討してほしい課題といえよう。また、国際社会がサンゴ礁生態系保全にどのように貢献すべきかについても政策提言で述べられるべきであった。

#### 【その他の具体的成果物（提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど）】

国際的に水準の高い雑誌に積極的に成果が発表されているものの、相手国の研究者の数が少ないという状況もありカウンターパートとの共著論文は 2 編と限られている。今後も積極的な成果発表に取り組んでいただきたい。また、本プロジェクトは政策提言を作成しパラオ議会・政府へ提出した。その内容に政策として反映できる内容が限定的であることなど、やや不足している面も否めないが、当初の相手国のレベルや研究内容の困難さ等を考慮すれば精一杯努力されたと言える。

#### 【技術および人的ネットワークの構築（相手国を含む）】

本プロジェクトでは、パラオと日本の間での若手研究者の交流と、それに伴う技術の伝達も進み、相手国の関係機関と人的、技術的ネットワークが構築された。また、他の島嶼国とのワークショップやトレーニングなども積極的に行った。さらに、パラオ国内の環境保全の枠組み（海洋保護区ネットワーク、PAN）を強化する提言がなされた。

#### 4-4. プロジェクトの運営

##### 【プロジェクト推進体制の構築（他のプロジェクト、機関などとの連携も含む）】

中間評価時の指摘および助言を受け、研究代表者のリーダーシップのもとでタスクフォースを結成して分野横断的研究をするなど、推進体制は全体を通して十分に機能し、プロジェクトは適切に進められた。他の沿岸域を扱った SATREPS プロジェクトとも情報交換をしながら、国内研究者のネットワークも構築した。

##### 【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

研究代表者は、プロジェクト全体の方向性の確認や進捗管理などできわめて優れたリーダーシップを発揮し、広範囲にわたる研究をとりまとめた。また、中間評価で指摘された改善点に対し適切に対処し、6つのタスクフォースを構築して人文社会科学との融合を図った。このことは本プロジェクトの後半のアクティビティを高めることにつながり、社会実装の面で効果的であった。

##### 【成果の活用に向けた活動】

本プロジェクトは、テクニカルレポートの作成、トレーニングコースの実施、パラオのガイドブックの作成・配布、住民や観光客に対するセミナーの開催、相手国議会・政府への提言書の作成など、成果の活用を積極的に進めた。提言書の内容はまだ物足りない部分があるが、政策への良い影響も認められる。自然科学的に裏付けのある成果を踏まえて社会科学的数据・情報を有効に活用することを試みた点で、本プロジェクトは評価されよう。ただし、自然科学と社会科学の双方の方法論で得られたデータ・情報を密接に関連づけるためには、さらなる検討が必要と感じる。

##### 【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

本プロジェクトはさまざまな手段で研究成果等の情報を発信してきた。共著論文は少ないものの、水準の高い雑誌で成果が多数発表されている。また、研究者だけでなく、住民や観光客、他の島嶼国などに向けても、講演やセミナーを積極的に行い、情報発信をしている。マスコミへの発信が少なかったにもかかわらず、相手国のメディアには非常に多く取り上げられ、インパクトが大きかった。今後の発信にも期待できよう。

##### 【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

異なる分野の研究者による協業を含め、人材・機材などを効率よく適切に活用したと評価できる。また、予算を効率的に活用して多くの研究者や大学院生が渡航し、現地での研究活動を実施した。

#### 5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

今後の研究に向けての要改善点および要望事項は以下のとおりである。

1. プロジェクト終了後に重要な課題になる継続的なモニタリングに関し、PICRC が中心になって行うことを前提として実現可能性と政策への活用を考慮し、戦略的なモニタリング計画案を提示していただきたい。例えば、「少ないインディケータを高頻度・多地点でモニタリングすること」と「多いインディケータを限られた頻度・地点でモニタリングすること

と」の併用などが考えられる。

2. 本プロジェクトは、当初提案された自然科学的な課題に加え、社会科学的な課題を統合することにより、社会的な課題の解決に向けて成果を挙げることができたと評価する。しかしながらパラオにおける社会科学研究者の層が極めて薄いことから、この統合の仕組みを維持できるよう努力されたい。例えば、環境保全の費用対効果の算出や評価は重要な継続課題となるであろう。
3. パラオでの調査研究を継続すると共に、サンゴ礁生態系保全策が政策に具体的に反映できるよう引き続き体制を維持し、同国が世界的な研究拠点となるよう努力されたい。例えば、本プロジェクトで得られた成果を、他の地域や国に水平展開するための方策を検討して欲しい。
4. 本プロジェクトでは自然科学と社会科学を繋げる統合的アプローチを試み、成果を挙げたと評価するが、一方で、これらの成果をサンゴ礁の保全に生かすためには、さらに対策を念頭に置いた工学的アプローチの統合も必要と考えられる。具体的には、陸域と海域をつなぐ統合化研究の成果から、廃棄物処理など陸域環境管理のための具体的な方策を検討して欲しい。

以上

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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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)</li> <li>・観光資源保全と持続的利用方法の共有</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海洋環境計測技術へのフィードバック</li> <li>・遺伝子解析技術の提供</li> <li>・初記載種の報告</li> </ul>
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・網羅的な生物多様性リスト作成</li> <li>・パラオ周辺海域の標本データベース</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> <li>・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</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・パラオにおける講義提供、セミナー開催</li> </ul>
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・島嶼系における物質循環・環境動態解明</li> <li>・パラオにおけるMPA(海洋保護区)改善</li> <li>・現地若手研究員との論文共同執筆・国際誌投稿</li> </ul>



図1 成果目標シートと達成状況(2018年1月時点)