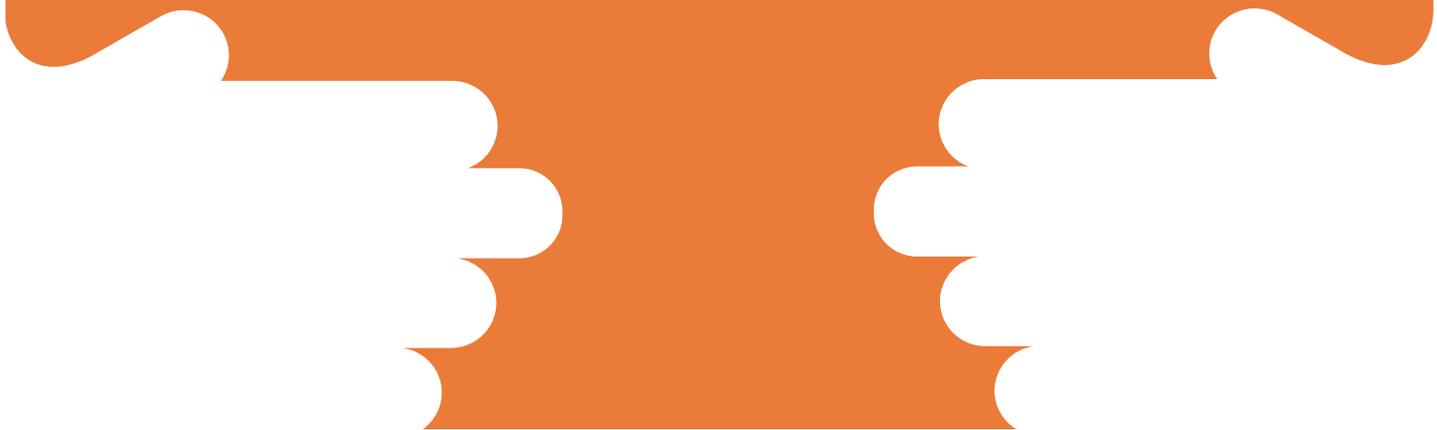


第4章

サンゴ礁保全活動を はじめよう



第4章

サンゴ礁保全活動をはじめよう

本章では、サンゴ礁保全活動をこれからはじめる、あるいは活動の拡大や強化をはかるにあたって、一連の流れに沿って具体的な事例を紹介します。3章で整理した各地域団体の活動について、共通する事項や地域的な違いによるパターンを整理することで、最低限守るべき共有事項の確認や、それぞれの地域特性に合った、あるいは近い事例を参照できるように、体系的にまとめています。

1. 活動内容の検討

ここでは、活動内容を検討するにあたり、各地域団体の活動事例に共通する事項、地域による違いを整理しているほか、サンゴ礁保全活動にあたる留意事項についてまとめています。

(1) 基本的に守るべきルール

「取り組みにより低減する環境への影響」について、特に多くの事例で共通していたのは、「サンゴへの接触の影響」「アンカーリングによる影響」「海洋ゴミによる影響」の3項目でした。これらの影響を低減することを目的に、基本的に守るべきルールとして、それぞれの影響の低減策の方針を示します。

● サンゴに触れないようなダイビング・スノーケルの実践

- ・ダイビングツアー前には、ツアー客に対してサンゴに接触しないよう注意する旨を、必ずブリーフィングする。
- ・体験ダイビングなどの水中での浮力コントロール(中性浮力)のスキルが低く、サンゴへの接触リスクが高いツアー客に対しては、安全面とのバランスを考慮したうえで、できる限り接触リスクが少なくなるようなガイディング方法(場所・コース・ダイビング方法等)について事業所単位で計画・実践する。

● 係留ブイの利用、アンカーリング時の配慮

- ・係留ブイが設置されている地域では、地域のルールに基づき適正に利用する。
- ・係留ブイが設置されていない地域やポイントでは、サンゴに配慮したアンカーリングを徹底する。
※係留ブイの設置を進めていく場合には、マリンレジャー事業者団体や漁業協同組合等の関係機関との調整を図る(具体的な事例や流れは、参考資料3.係留ブイの設置・管理手法等の事例集を参照)。

● 海洋ゴミ流出防止の徹底、海岸・海中清掃の継続実施

- ・マリンレジャーツアー時(船舶での移動中を含む)に海洋へのゴミ流出防止を徹底する。
- ・マリンレジャーで利用している海岸や海中の清掃活動を定期的に行うように努める。

**多くの地域で実施している低減策を参考に、
自身の地域でどんな保全活動をするか?を考えましょう。**

1.活動内容の検討

(2) 保全活動ごとに共通項、地域による違いを整理

それぞれの活動ごとに、共通点の多いものや地域差の大きいものなど、特徴を整理しました。

01 ダイビング時の積極的な保全活動

※積極的な保全活動 ... サンゴ礁のモニタリング、海中ゴミ清掃、サンゴ食生物の監視等。

● 共通事項

・海中ゴミ清掃やオニヒトデ大発生時の駆除など、複数業者で集中的に行った活動をきっかけに発足した地域団体が多い。近年はオニヒトデの大量発生は起こっていないため、サンゴ食害生物の監視・駆除は主にシロレイシダマシ類を対象とする地域団体が多い。

● 地域差

・サンゴ礁のモニタリングを団体単位で行っている地域は限定的である(恩納村、謝名瀬(宜野湾)など)。

02 係留ブイの利用 ※詳細は参考資料3.係留ブイの設置・管理手法等の事例集を参照。

● 地域パターン

<運用の仕組み>

- ① 漁業協同組合とダイビング事業者団体が調整し、ダイビング事業者が主に設置・維持管理
- ② 漁業協同組合の組合員(漁業者)でもあるダイビング事業者が設置・維持管理
- ③ 漁業協同組合または個別の漁業者が設置・維持管理している係留ブイを使用

<費用負担>

- ① マリンレジャー客から任意徴収した「環境保全のための協力金」を積み立て、一部を活用
- ② 個々の漁業者やダイビング事業者が負担

<地域外から来訪する事業者への対応>

- ① 地域のダイビング事業者団体に加入していないと係留ブイを利用できない(協会加盟の旗を掲揚するなど)
- ② 係留ブイ利用の優先権は劣るが、他地域から来訪する事業者のブイ禁止を明確化していない

<設置方法>



①水中ブイのみを設置、利用

③水中ブイと水面ブイを併用

①水中ブイのみを設置、利用

船舶航行に支障にならないような配慮を優先した方法。水中に潜って係留する必要がある。

②水面ブイのみ

作業性を優先した方法。地域の漁業協同組合などの海事関係者との調整が必要。

③水中ブイと水面ブイを併用

②よりもブイの安定性、耐久性が高い設置方法。

1.活動内容の検討

(3) サンゴ礁保全活動における留意事項

オニヒトデやサンゴ食巻貝の**継続的な監視、駆除**は一定の保全効果があると考えられます。

● サンゴ食害生物の監視、駆除について

オニヒトデの大量発生は自然状態でも起こることが知られていますが、近年では人間の活動がその頻度を高めていると考えられています。通常ならば、ほとんどが死ぬはずのオニヒトデの幼生は、人間の活動によって海に流れ込む栄養塩の増加などの要因で生き残り、数年後に大量発生を引き起こします。

近年では、継続的な監視によって大量発生の兆候をできるだけ早期に検知することが重要であることが分かってきました。例えば、大量発生の予兆を検知する指標となる稚ヒトデの分布調査や、その探索技術の向上のための人材育成(稚サンゴモニタリング研修)が進められています。

沖縄県では1970年代から80年代のオニヒトデ大量発生の際に、莫大な数のオニヒトデを駆除したにもかかわらず、十分な効果を上げることができませんでした。そのため、オニヒトデの駆除を行う場合は、関係者で協議した保全区(「守るべき」「守れる」「守りたい」場所)を中心として、集中的な駆除を推奨しています。

サンゴ食巻貝のシロレイシダマシ類は、県内各地で局所的に高密度の発生が確認されており、オニヒトデ同様に、まずは継続的な監視が重要です。主要なダイビングポイントを中心に、ダイビング事業者が行う定期的な駆除活動は、ダイビングポイントとして守りたい場所においては一定の保全効果があると考えられます。他方で、駆除活動によって自然界の個体数を大きく減らしてしまうリスクは小さいと考えられます。



図 オニヒトデ大量発生を予測する体制のイメージ(出典:オニヒトデドット沖縄 公式サイト <https://onihitode.okinawa/introduction.html>)

1.活動内容の検討

サンゴの植え付けは普及啓発効果が高い一方で科学的な根拠に基づいた計画が必要な取り組みです。

● サンゴの植え付けについて

沖縄県サンゴ移植マニュアル(2008,沖縄県)によると、観光客やマリンレジャー客がサンゴ移植に参加することは普及啓発効果が高い一方で、サンゴの植え付けがサンゴ礁の保全にどの程度寄与するのかは完全に分かっていないことや、植え付け後の生残率向上などの技術的課題、特別採捕許可申請等の関係法令の遵守、元々育った場所から遠く離れた場所へ植え付けた場合の遺伝的かく乱リスクなど様々な留意点があります。そのため、実施にあたっては、民間団体だけでなく研究機関や行政なども関与し、科学的な裏付けのある計画とすることが重要です。

例えば、普及啓発イベントに終始することなく、適切な場所に植え付けられたサンゴが産卵サイズまで育ち、周辺へ幼生を供給する効果を発揮するなど実質的なサンゴ礁保全につながることを求められます。

以下に、日本サンゴ礁学会が発表する「造礁サンゴの移植に関するガイドライン」の一例を示します。

<日本サンゴ礁学会「造礁サンゴの移植に関するガイドライン」>

- 01 サンゴ礁生態系の遺伝的かく乱に最大限注意すること
- 02 サンゴの密漁や違法な流通を助長させないこと
- 03 移植用サンゴの採捕にあたっては親群体(ドナー)への影響を極力抑えること
- 04 移植に用いるサンゴは特別採捕許可申請等の関係法令規則に基づいて採捕されたものであること
- 05 移植技術の向上を図り、採捕前後の調査と移植後の管理を行うこと
- 06 科学的な裏付けのない単なる集客目的のイベントにしないこと

(出典:日本サンゴ礁学会, 造礁サンゴの移植に関するガイドライン)

1.活動内容の検討

●「2.体制づくり」の準備段階となる地域の合意形成

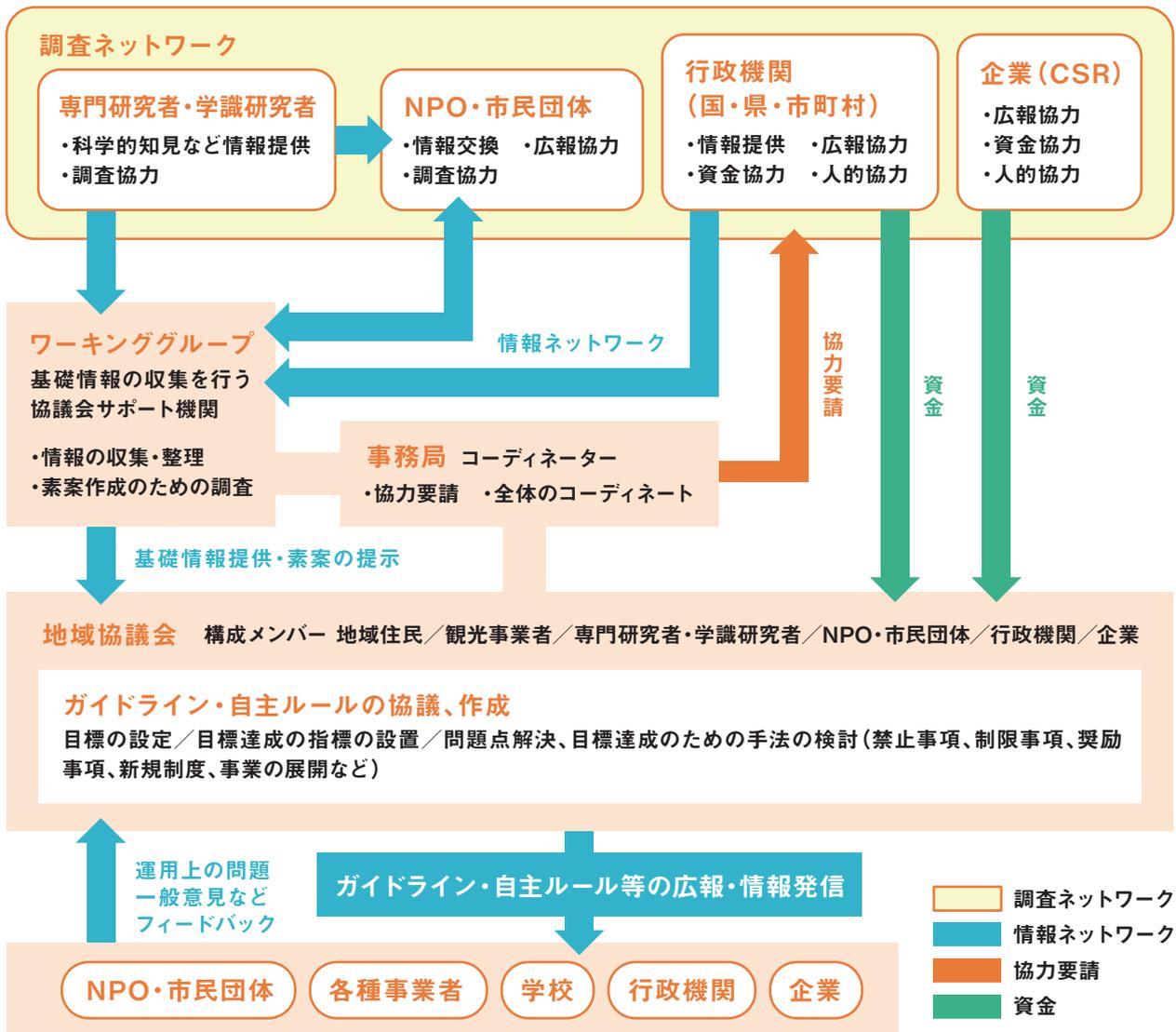
観光・マリンレジャー事業者に限らず、利害関係者である漁業協同組合、地域住民や自治体、研究機関など、サンゴ礁の恩恵を受ける多様な主体が参加する地域協議会の設立が望ましい形と言えます。そのために、公開された場での建設的な議論を通じたルールづくり、しっかりした組織体制づくりが必要です。

体制づくりを進めるにあたり、国・地方自治体、DMO等が事務局として全体運営や関係者調整のコーディネートなどを担い、事務局を補佐する役割として外部委託などの配置が望ましいでしょう。行政の予算状況によっては、民間企業の支援による地域協議会等の運営資金や人手の確保を検討すべきです。

事務局の役割として、まず地域協議会等の目的を明確化したうえで関係機関への参画を呼び掛け、丁寧な調整を図ります。多機関の参画を目指す一方、ステークホルダーごと、事業者団体ごとの調整が現実的で、それぞれの機関の代表者あるいはキーパーソンに参加してもらうのが妥当と考えられます。

このような調整には様々な手続きを処理する事務能力が必要なほか、その地域に幅広い人脈があること、強いリーダーシップを発揮し、協議会をまとめあげていく力が何より必要です。

● ガイドライン・自主ルール作成の体制(例)



2.体制づくり

(1)活動主体・関係機関の調整

詳細な事例紹介にあたり、活動主体となるダイビング等のマリンレジャー業界団体や、その関係機関となる漁業協同組合や地方自治体、国の機関、観光協会等を含めて多機関が連携した共同体など、組織の主なカテゴリーを整理します。

①地域のダイビング事業者団体(任意団体、一般社団法人)

ダイビングが盛んな地域には、ダイビング協会、ダイビング組合といったダイビングやスノーケリング事業者で構成される団体があります。1地域(主に市町村単位)に1団体のところが多いですが、宮古島や石垣島のように市内に複数の団体がある地域もあります。また、組織形態として、任意団体のほか、一般社団法人化している団体もあります。後者の法人化の理由としては、ほかの関係機関との調整機能の強化や資金管理上の観点などがあります。

②特有の共有目的をもつ事業者団体

自分たちの利用エリアのサンゴ礁について適切な保全と利用を行うために、同じ志・目的をもったマリンレジャー事業者が集まり、自主ルールを策定・締結した事業者団体(沖縄県の保全利用協定締結事業者団体など)があります。海洋を主なフィールドにしている保全利用協定締結事業者団体としては、県内で3団体あります。これは、持続可能な観光の1つのあり方である「エコツーリズム」の理念に沿った自然体験活動の促進を目的として、県の制度を活用した組織の例です。

そのほか、修学旅行における「海の体験学習」の受け入れ体制構築・強化などを目的とした共同体(ORIC:沖縄県海洋レジャー事業協同組合)などがあります。

③多機関連携の団体

ダイビングポイントと沿岸の操業地点の重複や、係留ブイ設置などの海面利用調整にあたり、ダイビング事業者団体と漁業協同組合との調整状況は地域によって様々です。宮古圏域では、長年の調整を経て、地域に5つあるダイビング事業者団体と3つの漁業協同組合が参画した「宮古島美ら海連絡協議会」が組織されており、係留ブイ運用なども当該協議会内で調整されています。

また、同じく宮古圏域では、ダイビング事業者団体のみならずカヤック・カヌー協会や宮古島市、観光協会、県、環境省、海上保安部、県警など多様な機関で構成される「宮古島サスティナブルツーリズム連絡会」も組織されています。地域の経済・社会・環境への影響に配慮した持続可能な観光推進のための地域の統一的なガイドライン(宮古島サスティナブルツーリズムガイドライン)を策定し、その普及を進めています。

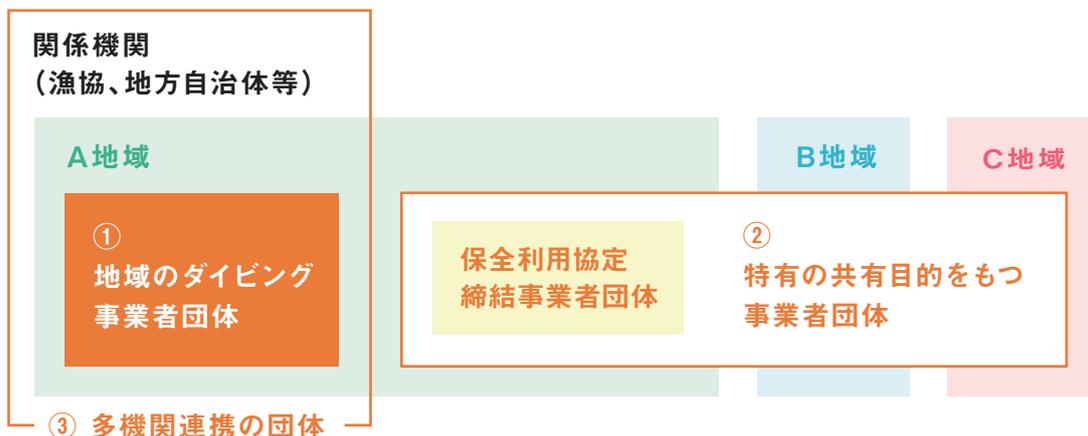


図 3つの団体カテゴリーのイメージ

2.体制づくり

(2) 科学的・学術的立場のかかわり

サンゴ礁保全の合意形成を効果的に進めるには科学的根拠に基づく専門家の参画が効果的であり、客観的知見の活用が有効です。

ガイドラインや自主ルールの策定にあたって、多くの利害関係者の合意形成が必要ですが、決して容易ではありません。仮に、多数の関係者で調整し、結果としてガイドラインが策定されたとしても、サンゴ礁生態系の保全にとって必ずしも有効性が高い方法ではない場合もあります。したがって、科学的な妥当性を担保しつつ合意形成を進めるため、客観性のある科学的な知見を活用することが有効です。

具体的には、以下のような関わり方について、専門家・研究者の参画が重要です。

- サンゴ礁保全プログラムの目標設定や達成度の評価に関する助言
- ガイドライン策定後のモニタリングに関する科学的な評価や分析に関する助言
- 専門的な内容を一般に分かり易く伝えていくための科学コミュニケーターとして関与

01 石西礁湖自然再生協議会

本協議会には、以下の専門部会等が組織され、科学的見地から協議会委員の活動を支援しています。(出典:石西礁湖自然再生全体構想行動計画(2024-2028)、石西礁湖ポータルウェブサイト)

● 学術調査部会

次の5つの役割を果たすことも目的に、また、ほかの2つの部会に対して、学術的・科学的な見地からフォローアップを行う役割もある。課題の1つとして、参画するメンバーには、一般に対しても分かりやすい内容で情報発信するファシリテーション能力が求められている。年2回程度の部会を開催し、専門家や一般の委員を含めて、情報共有・交換、議論を行っている。

01 サンゴ礁の実態や変化を知る

02 陸からの影響を知る

03 影響要因を低減する活動の効果を知る

04 分かったことを結び付けて科学的に知る

05 サンゴ礁をみんなで見守るための方策の検討(簡易モニタリング等)

● 作業チーム

環境省事業や各委員が実施する各種モニタリング調査等のデータを用いて、科学的な解析や議論を行い、各委員による自然再生の具体的な取組みを促進する科学的検討の強化を図ることを目的としている。学術調査部会よりも細かな科学的検討を行う場で、少数の専門家で構成されるチームである。

2.体制づくり

02 竹富町西表島エコツーリズム推進協議会

西表島には複数の大学の研究施設があり、西表島の自然環境等に関して知見を持つ研究者・専門家が島内外に多数存在しています。推進地域においては、こうした研究者・専門家の方々の協力を得つつ、行政機関と地元関係機関、ガイド事業者等が連携し、「世界自然遺産としての価値」「利用による影響」に関連するモニタリング調査を実施しています。

また、エコツーリズム推進協議会の中には、研究者・専門家および行政機関等で構成される『モニタリング評価委員会』が設置されています。モニタリング評価委員会では、「モニタリング結果のとりまとめと評価」「保全措置案の検討」を行い、それらの結果は推進協議会に共有され、利用ルールの見直しや保全事業等の対策が検討されています。

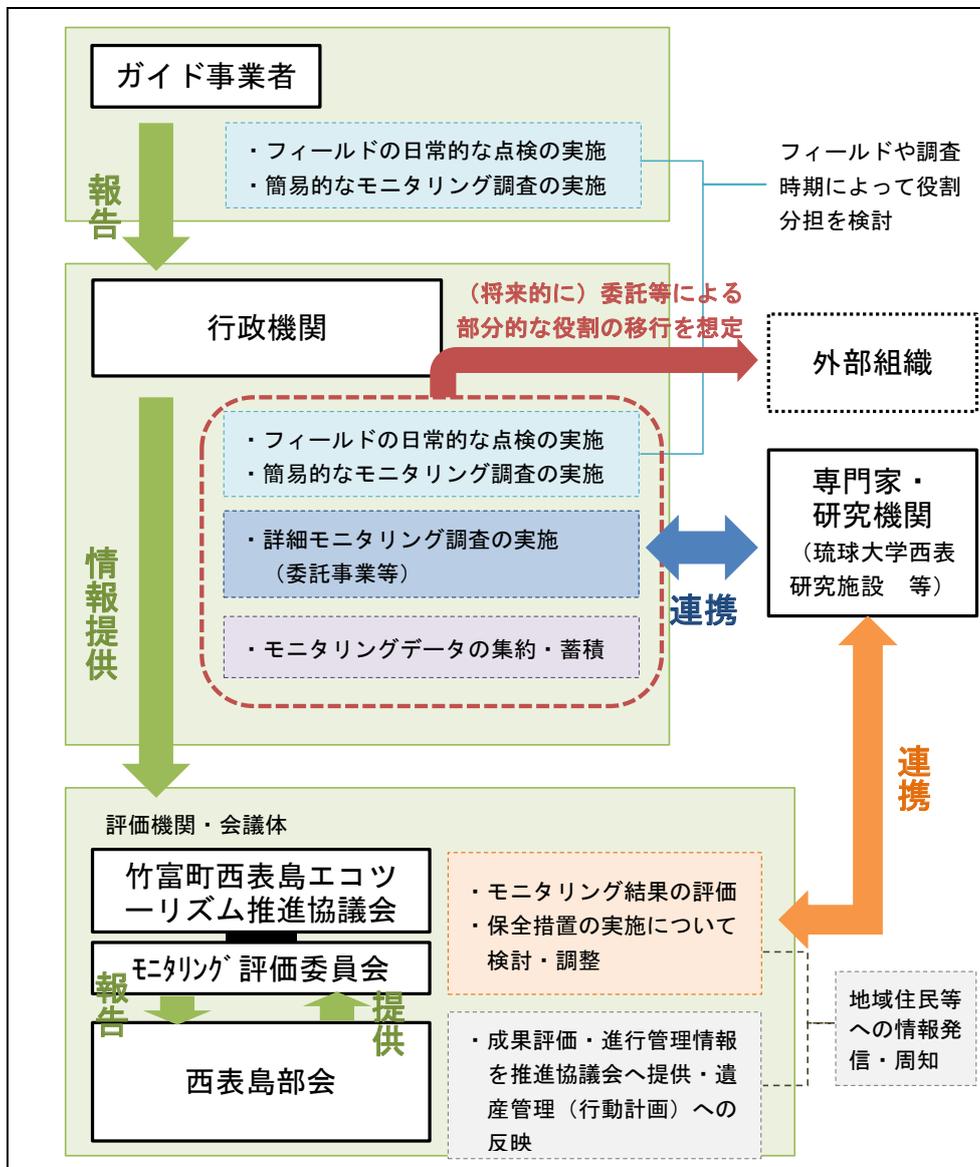


図 利用影響に関するモニタリング調査の実施体制
(出典： 西表島エコツーリズム推進全体構想, p.63.)

2.体制づくり

(3) 行政機関との協力

法律や条例等に基づく地域協議会を目指す場合には、国や県、市町村、関連する行政機関が事務局などの役割を担うことが多く、関わりが不可欠です。以下のような事例が挙げられます。

● 自然再生推進法に基づく自然再生協議会

石西礁湖自然再生協議会

事務局 環境省沖縄奄美自然環境事務所、内閣府沖縄総合事務局那覇港湾・空港整備事務所

委員の例 水産庁、沖縄県環境部・土木建築部・農林水産部・石垣の出先機関、石垣市、竹富町、沖縄气象台、海上保安庁など

● エコツーリズム推進法に基づくエコツーリズム推進協議会

竹富町西表島エコツーリズム推進協議会

下記に、竹富町西表島エコツーリズム推進協議会の構成員のうち行政機関を示します(令和7年度時点)。

事務局 竹富町自然観光課

委員 環境省沖縄奄美自然環境事務所・西表自然保護官事務所、林野庁沖縄森林管理署・西表森林生態系保全センター、沖縄県自然保護課、沖縄県観光振興課、沖縄県八重山土木事務所、竹富町社会文化課

石西礁湖自然再生協議会の事例

自然再生協議会の事務局は、地域によって異なりますが、石西礁湖自然再生協議会では環境省と沖縄総合事務局が担っています。事務局の役割としては、協議会運営や全体構想、行動計画等の方針策定にかかる事務、委員として参画する多様な主体との調整を図っています。行動計画2024-2028の重点項目である「持続可能な観光利用ガイドラインの作成・活用」に向けては、観光事業者間での調整など関係行政機関の役割も重要となっています。

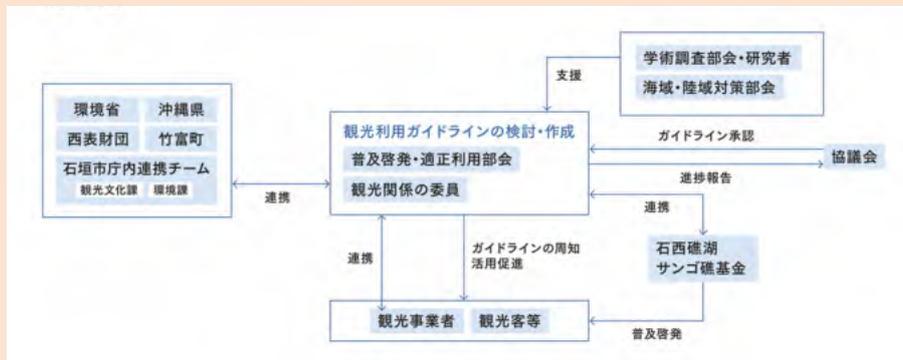


図 関係図(出典:石西礁湖自然再生全体構想行動計画2024-2028,p21)

西表島における観光管理の事例

エコツーリズム推進協議会は、市町村が組織し、全体構想の作成・申請を担うことが法律で定められており、その事務局は市町村の関連部局が担う例が多いです。竹富町西表島エコツーリズム推進協議会では、竹富町自然観光課が事務局を担っており、他の行政機関や関連機関、市民団体、専門家等と調整、連携・協力しながらエコツーリズムの推進を図っています。

西表島において竹富町が行っている観光管理としては、次の事例があります。

【観光案内人条例】

令和2年4月に施行された条例であり、「観光案内人」の免許を受けたガイド事業者のみが自然資源を利活用した観光ガイド事業を行うことができる。^{※1}

【特定自然観光資源への立入りに際しての入域管理】

西表島エコツーリズム推進全体構想に基づき特定自然観光資源に指定されている陸域を主体とする5つのフィールドでは、1日あたりの立上上限人数の設定や、立入りに際しての事前の申請・承認の手続きといった入域管理が行われている。^{※2}

※1) 令和7年度の現行条例では、海域を対象外としているため、海域のみでダイビングやスノーケルを行う事業者は、同条例の対象外であるが、海域を対象とした制度化の検討も進められている。

※2) 令和7年度時点で特定自然観光資源に指定・運用されている立入制限フィールドは下記の5箇所である。

ヒナイ川/西田川/古見岳/浦内川源流域/テドウ山

2.体制づくり

近年では、SDGs、サステナブルツーリズム、レスポンスブルツーリズムといった社会経済の意識変容が進んでいます。このような社会的潮流を踏まえ、行政と民間団体が連携し、一体的・包括的にオーバーツーリズム等の社会課題解決を図り、持続可能な観光を推進していくための地域協議会が宮古圏域で設立されています。

宮古島サステナブルツーリズム連絡会

宮古島サステナブルツーリズム連絡会は、「①宮古島観光の安全安心の向上」、「②自然環境の保全・再生と観光の両立実現」、「③島と観光の持続性向上」を目的として発足した多機関連携の組織です。

本連絡会が策定した「宮古島サステナブルツーリズムガイドライン」について、観光関連事業者や観光客に対して広く周知をしていくことや、ガイドラインを遵守している事業者の認証制度の普及など宮古島市全体として取り組みが行われています。

行政機関としては、事務局を担う宮古島観光協会、宮古島市からは観光商工課、エコアイランド推進課、地域振興課、環境保全課が参画しています。安全面の観点からは、宮古島市警察署、宮古島海上保安部が参画しています。島外からは、環境省沖縄奄美自然環境事務所、沖縄県自然保護課も参画しています。ガイドラインは、マリンレジャー事業者、観光客、市民、マリンレジャー以外の観光事業者（ホテル、レンタカー、タクシー、お土産物店）といった主体ごとに作成されており、それぞれに関連する市の部局が参画しています。

宮古島サステナブルツーリズムガイドライン体系

海の安全 観光客・事業者		地域への配慮 観光客・事業者	自然環境を守る 市民・観光客・事業者
市民	宮古島市「エコアイランド宣言宮古島2.0」に連動 地下水を守る、サンゴ礁の海を守る、資源・エネルギーを大切に、ゴミゼロ、緑・海・空を守る、よりよい地球環境を取り戻し、守るため、世界の人々とともに考え、行動し、未来へバトンタッチ		
観光客	1. 自然環境を守る 2. 海で安全に楽しむ 3. 地域への配慮を		
観光事業者	1. 自然環境へ配慮した事業運営 2. 地域とのつながりのある事業運営 3. ルールに基づいた事業運営 (1) 安全上のルール (2) ポート運航に関するルール (3) 地域ごとのルール	【マリン事業】 共通ルールと個別アクティビティ補記 【その他事業】 ホテル、レンタカー、観光タクシー、 土産物店の4業種について設定	

図 ガイドライン体系について(出典:宮古島サステナブルツーリズムガイドライン,p1)

2.体制づくり

(4) NPO等市民団体、企業との協力

● NPO等市民団体との協力

NPO、NGO、市民団体はさまざまな活動分野、規模、地域性があります。地域協議会の取り組みに賛同した既存の団体については、事務局などのコーディネーターが積極的に情報交換を行い、地域協議会への参画を促すことが望めます。地域をベースとする組織であれば、活動に必要な人的サポートや地域で開催する普及啓発の面で、協議会のネットワークを活用した協働が可能です。

また、全国規模ないしは国際的なネットワークをもつ組織であれば、協議会からの情報発信や広報面でのNPO等の協力を得られます。さらに、協議会の会員が連携して新しくNPOを発足し、継続的、長期的な活動組織に発展する可能性もあります。

石西礁湖自然再生協議会に参画するNPO等の市民団体や一般社団・財団の例

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| ・アンバルの自然を守る会 | ・サンゴ学習支援団体 わくわくサンゴ石垣島 |
| ・NPO法人 たきどうん | ・一般社団法人 サステナブルアイランド石垣島 |
| ・NPO法人 日本ウミガメ協議会付属黒島研究所 | ・一般財団法人 西表財団 |
| ・NPO法人 石西礁湖サンゴ礁基金 | ・一般財団法人 竹富島地域自然資産財団 |
| ・NPO法人 夏花 | ・公益財団法人WWFジャパン |
| ・美ら島流域経営・赤土流出抑制システム研究会 | ・八重山ローカルSDGs推進協議会 |

※上記はマリンレジャー団体を除くものであり、環境保全を目的の1つとしている団体を示す。

このうち、地域の自然環境の保全及び持続可能な利用を目的として、法律に基づく制度の担い手となっている団体や、制度の運用に際して実務的な協力機関となっている団体もある。

● 地域自然資産法

地域自然資産法は、地域における自然環境の保全及び持続可能な利用の推進を図るため、入域料や寄付金等の民間資金を活用した土地の取得等の事業について、地域の自発的な取組を促進することを目的とする法律である。

団体例) 一般財団法人 竹富町地域自然資産財団

令和元年8月策定の竹富町地域自然資産地域計画に基づき設立された。竹富町より事業委託を受けて竹富島への「入島料」を徴収し、島の自然環境保全や持続可能な観光の推進等の事業に取り組んでいる。

● エコツーリズム推進法

自然環境の保全に配慮しながら地域の創意工夫を生かしたエコツーリズムの実現に向けて、市町村が全体10構想を作成して主務大臣の認定を受ける仕組みであり、自然環境の保全、観光振興、地域振興、環境教育の推進を図っていくものである。

団体例) 一般財団法人西表財団

西表島の豊かな自然と伝統的文化や営みを守り、それらを将来に残し伝え、地域の発展につなげていくことを目指し、令和3年11月に設立された。エコツーリズム推進全体構想に関連する各種制度の運用・事業実施の支援等を担う組織としても期待されている。

2.体制づくり

● 民間企業との連携

2022年12月のCOP15において設定された新たな国際目標（ネイチャーポジティブ：2030年までに生物多様性の損失を食い止め、反転させ、回復軌道に乗せる）の達成に向けて、影響力の大きい民間企業をはじめとして、経済社会全体において、生物多様性保全への配慮や影響低減が求められています。また、生物多様性の回復に対する積極的な貢献（資金、技術、人的支援）は、従来のCSR的活動による企業ブランディングに留まらず、TNFD*といったESG投資（環境・社会・ガバナンスを考慮した投資）へ有利になる具体的なインセンティブの枠組みも導入がはじまっており、自然環境や生物多様性保全に関して民間企業への期待が高まっています。

※「自然関連財務情報開示タスクフォース」のことで、自社の事業活動が生物多様性や自然環境にどのくらい依存し、影響し、リスクを及ぼしているか、評価するためのフレームワーク。発行したIR資料等は国際的な格付け機関により評価され、高い評価を受けるとESG投資に有利。

民間企業との連携事例（チーム美らサンゴ）

2004年に沖縄県内外の企業が集まり結成されたチーム美らサンゴは、恩納村漁業協同組合や地元ダイビング事業者の協力を得て、養殖サンゴの植え付けプログラムなどを通じて沖縄県恩納村におけるサンゴ保全活動を展開している。活動は環境省、沖縄県、および恩納村の行政による後援を受けて実施されており、2025年時点でメンバー企業数は16社となっている。2024年時点で累計約19,532本のサンゴ苗を植え付け、2024年には活動20周年を迎えた。



図 自治体・地域住民・企業によるサンゴ保全活動（出典：チーム美らサンゴ公式サイト <https://www.tyurasango.com/aboutus/>）

3.実施準備

地域協議会や団体が組織され、サンゴ礁保全活動をはじめ準備が整ってきたとしても、サンゴ礁保全活動をはじめ前には、次のとおり、まだやらなければならないことがあります。



これらの3つの作業は、地域協議会内に設置されたワーキンググループや専門の作業部会等の小グループで検討することが想定されます。

(1) 現状と課題の把握

沖縄県内においても、地域によって、自然環境や伝統・習慣、産業はさまざまです。例えば、サンゴ礁が大規模に発達しダイビングなどのレジャー産業がとて盛んな地域、サンゴ礁は大規模ではないものの、良好な場所が局所的にいくつかある地域、沿岸漁業・海面養殖業等が盛んに行われている地域、都市域などの沿岸開発によるサンゴ礁の埋立てが進み過去に比べると大きく環境変化している地域などです。

まずは、それぞれの地域の自然環境や社会状況の特色についての確に把握することが重要です。また、埋立てや海岸の人工化などその地域の過去から現在に至る環境変化を把握することも重要です。

以下に、自然環境や社会状況の変化について把握している事例を紹介します。

● 事例 その1

石西礁湖自然再生全体構想行動計画

陸域からの赤土や栄養塩の流出	白化現象
<p>海水の透明度を低下させたり、沈殿や堆積することなどによって海域環境の劣化をもたらす、沿岸海域のサンゴ礁を衰退させる大きな要因のひとつに陸からの赤土など表土の流出があります。石西礁湖のサンゴ礁生態系の保全再生においても、対策すべき主な問題の一つとされて</p> <p>現状</p> <p>でもさまざまな対策が実施されてきました。赤土流出に関する近年の傾向をみると、沖縄県が設定した八重山地域の監視海域では、2021年には2011年と比較して赤土等の流出量が29%削減され、多くの海域で赤土等の堆積状況が改善傾向にあるという成果が出ています。</p> <p>一方、モニタリングサイト1000では、海域の赤土等堆積状況をSPSS簡易測定法で測定していますが、サンゴ礁に悪影響があるとされるSPSSランク5b以上の地点の数は必ずしも減少傾向にはなく、いまだ堆積状況の改善が求められる海域が残されています。</p> <p>陸域からの影響としては、赤土や栄養塩の流出がサンゴ群集の劣化要因であるとともに、栄養塩の流出はオニヒトデの大発生と関連があることが研究でわかってきており、対策が求められています。</p> <p>課題</p>	<p>現状</p> <p>2016年夏季に大規模な白化現象が起き、環境省による緊急調査によれば石西礁湖のサンゴ群集の約97%が白化し、最終的に約70%が死亡したという結果になりました。その後、2017年、2022年にも石西礁湖とその周辺海域で白化現象が起きました。2022年の白化現象では、9月時点で石西礁湖での平均白化率が9割を超え、2016年の大規模白化以降回復傾向にあったサンゴ被度が低下(20%弱が死亡)したことが確認されました。</p> <p>今後、石西礁湖を含む地域では、気候変動による海水温上昇に伴い白化現象の頻度が増加すると予想されています。気候変動の適応の観点からもサンゴ群集を維持、再生できるような取組が求められています。</p> <p>課題</p>

図 石西礁湖の現状(出典:石西礁湖自然再生全体構想行動計画2024-2028,p8,一部改変)

3.実施準備

● 事例 その2

西表島エコツーリズム推進全体構想



図 ガイド事業者数推移（海域のみを利用するガイド事業者は含まない）

出典：「平成 25 年度西表石垣国立公園における登山道適正利用推進業務報告書」（平成 26 年 3 月、環境省那覇自然環境事務所）及び西表島エコツーリズム協会による調査結果

現状

一方で、西表島の観光には、自然環境や住民生活への影響といった課題も生じています。島全体のレベルでは、多数の観光旅行者の来訪により、定期船や水道といったインフラへの負荷や、観光旅行者のマナーの問題、イリオモテヤマネコの交通事故の増加といった課題が見られます。また、特に自然体験型観光については、ガイド事業者に関する課題やフィールドに関する課題が生じています。西表島では自然体験型観光の増加に伴いガイド事業者が急激に増加しており、その中には利用者の安全確保や自然環境への配慮等の認識が不十分と思われる者もいると指摘されています。また、ガイド事業者を統括する組織がなく、情報共有や連携が不足しています。利用フィールドについては、自然体験型観光のフィールド利用者数の増加を背景に、一部のフィールドでは過剰利用状態となっており、自然環境の劣化や利用者の快適性の低下が起きていると考えられます。また、並行して新たなフィールドにおける利用が無秩序に拡散、拡大しています。西表島の観光に伴う課題については、世界自然遺産登録時の要請事項としても指摘されており、観光客の訪問レベルを管理する仕組みづくりなどが求められています。このように、西表島においては適正な観光管理の下での自然環境に配慮した持続可能な観光への変革を行っていく必要があります。

課題

図 西表島におけるエコツーリズム推進の背景(出典:西表島エコツーリズム推進全体構想,p2,一部改変)

3.実施準備

(2)優先すべき課題の抽出

現状と問題点を把握したうえで、優先すべき課題を抽出することが重要です。その理由は、多くの組織では財政上、または人的資源の上限があるため、多くの課題を一度に全てを解消する計画は現実的ではないためです。したがって、組織に参画する会員の関わり合いが多かったり連携できる可能性が高い課題や、人的な影響度が高い(改善効果も高い)課題など組織内でどのような観点を優先するかを検討したうえで、課題を絞り込むことが効果的です。

以下に、具体的な事例を紹介します。

●事例 その1

石西礁湖自然再生全体構想行動計画

Action 03

持続可能な利用

基本的考え方 サンゴ礁の保全に関する活動や取り組みの広がりを通じて、八重山の持続可能な豊かな地域社会づくりにつなげる。

<p>当初の課題点</p> <p>持続的な利用を進めるために、観光客の適正利用に関する検討が必要です。</p> <p>観光利用などによるサンゴ礁への影響を抑えるために、石西礁湖の利用実態を把握することが重要です。</p>	<p>達成できた点</p> <p>西表石垣国立公園海域公園地区の米原海岸では「米原海岸利用ルール」が作成、周知されました。また、海域の利用ルールを含む西表島エコツーリズム推進全体構想が認定されました。</p> <p>利用によるサンゴ群集への影響が危惧されるバラス島周辺において、モニタリング体制及び手法が概ね確立されました。</p>
---	---

今後に向けた課題点

- 利用ルールが設定されていない海域において既存のルールの展開等を検討し、関係者と連携してルール作りと周知を進めていく必要があります。
- 海域の観光利用実態について、より詳細な状況把握が求められています。
- 地域循環共生圏の概念を共有し、サンゴ礁保全と地域の経済、社会の発展が同時進行する構造を作ることが求められています。

□ 重点項目

協議会としてより効果的な取組を実施するためには、委員の連携や協力関係を引き出すことが必要だと考えられます(p.14 展開すべき取り組み⑥)。近年はこのような気運が高まっており、2023年に石垣市のサンゴ保全庁内連携チームが結成されるなど、縦割りや組織の壁を超えた連携構築が進みつつあります。そのため、本行動計画では各委員が個別に進めていく取組に加え、今後5年間で委員が連携して特に重点的に取り組む事項である「重点項目」を設定することとし、2023年度の協議会および各部会で議論を重ねました。

重点項目の絞り込みにあたってはp.12~14に示したこれまでの取組における課題や、環境省が2022年に策定した「サンゴ礁生態系保全行動計画2022-2030」の重点課題である「サンゴ群集に関する科学的知見の充実と継続的モニタリング・管理の強化」、「陸域から過剰に流入する赤土等の土砂及び栄養塩、化学物質等の負荷への対策の推進」、「サンゴ礁生態系における持続可能なツーリズムの推進」、「サンゴ礁生態系における持続可能なツーリズムの推進」、「地域の暮らしとサンゴ礁生態系のつながりの構築」をふまえ、石西礁湖において実施の必要性が高い事項を検討しました。また、5年間で顕著な成果を出す必要があることから、これまでの活動により素地が整っており、委員が連携して取り組むことが可能な取組であることを条件としました。

各重点項目には成果指標と取組の実施スケジュールを設定しています。各項目を主に担当する部会が毎年の協議会において進捗状況を報告し、委員が協力して5年後の達成を目指していきます。

課題

(出典：石西礁湖自然再生全体構想行動計画2024-2028,p13(上段).p19(下段),一部改変)

3.実施準備

(3) 目標設定や達成(成果)指標の検討

現状と課題を把握し、優先すべき課題の絞り込みを終えたら、次に、達成すべき目標を設定する段階に移ります。目標設定は重要事項となるので、ワーキンググループ等の小グループではなく、全体会議で最終的に決定すること必要があります。ただし、優先すべき課題の内容によっては、目標設定の素案は、専門家の科学的知見などを考慮したうえで、小グループで検討、作成しておく方が議論や決議が円滑に進みます。目標は、できる限り定量的なものが望ましいと考えられますが、内容によっては定性的な表現にとどまる場合もあります。

また、対象とする優先課題を解決するための手法や実施内容、どのような指標をもって目標達成と評価するのか、その達成(成果)指標を検討する必要があります。具体的な取り組みの実施スケジュールについては、達成指標の難易度や時間スケールを踏まえて、現実的な工程を検討します。これらの検討事項についても小グループのなかで素案を用意しておく方が議論が円滑に進みます。工程と合わせて、達成指標を段階的に設定することも一案です。

以下に、具体的な事例を紹介します。

□ 重点項目2 石西礁湖における持続可能な観光利用ガイドラインの作成と活用

目標

マリンレジャーをベースとした自然体験型観光が注目される一方で、過剰な利用や不適切な利用によるサンゴ礁生態系への影響が懸念されています。

適正利用のための仕組みとして、八重山地域では、西表石垣国立公園海域公園地区の米原海岸で「米原海岸利用ルール」が作成されました。また、海域の利用ルールを含む西表島エコツーリズム推進全体構想が認定されました。

これらのルールや他地域の事例を参考に、石西礁湖全体に適用可能な海域の観光利用ガイドラインを検討し、策定を目指します。

主要な実施内容

普及啓発・適正利用部会,観光関係の委員

- ・既存事例の情報収集、石西礁湖の現状整理と課題抽出
- ・ガイドライン内容の検討及び関係者との調整
- ・石西礁湖における海域の観光利用ガイドライン作成
- ・マリンレジャー事業者への周知と普及啓発
- ・観光客への普及啓発

海域・陸域対策部会

- ・情報収集、普及啓発等に関する支援

学術調査部会

- ・ガイドラインの科学的根拠等に関する支援

行政機関、西表財団

- ・先行事例の情報共有、地域における普及啓発支援等

石西礁湖サンゴ礁基金

- ・八重山うみしまフレンドシップを通じた活用促進

観光客、観光事業者

- ・ガイドラインの遵守・ガイドラインの周知

成果指標

- ・石西礁湖における海域の観光利用ガイドライン完成
- ・ガイドラインを遵守するマリンレジャー事業者数の増加
- ・マリンレジャー事業者および観光客への普及啓発回数の増加

実施スケジュール

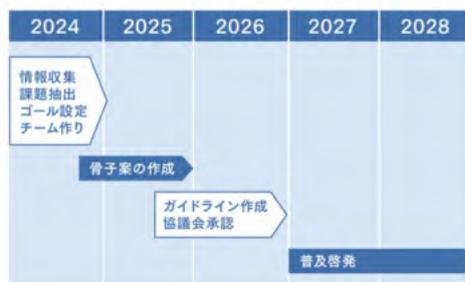


図 ガイドラインの策定について(出典:石西礁湖自然再生全体構想行動計画2024-2028,p21,一部改変)

4.実施、継続、改善

地域協議会やダイビング事業者団体において、サンゴ礁保全にも資する適正利用のルールやガイドライン策定後は、以下のような活動の継続性にかかる事項が重要となります。ここでは、具体的な事例を紹介しながら、各項目について解説します。

実施

- ・適正に運用がなされているか
➔ **(1) ルール等の遵守にかかるガバナンス確保**
- ・保全活動エリアの定期的な状況把握
➔ **(2) サンゴ礁のモニタリング**

継続

- ・活動の継続性を高めるための仕組みがあるか
➔ **(3) 活動プロモーション、環境保全協力金等の仕組み**

改善

- ・運用するなかで新たな課題が生じた場合、改善策を講じることができる体制にあるか
➔ **(4) 保全活動の改善**

(1) ルール等の遵守にかかるガバナンス確保

適正利用のための地域ルールやガイドラインについて、地域のマリンレジャー事業者が遵守しているかどうか、そのガバナンス確保状況は、地域特性によって大きく変わります。事業者数が限られており、ほとんどがダイビング事業者団体に加入しているような県内離島地域（慶良間諸島や伊江島、西表島など）では、ガバナンスが確保されやすい地域と言えます。また、宮古圏域で策定されている「サステイナブルツーリズム」の遵守にあたっては認定制度が設けられていますが、認定には至っていないダイビング事業者に関しても、その大多数が5つあるダイビング事業者団体のどこかに所属しています。このため、ダイビング事業者数が非常に多い地域ではあるものの、全体としてはガバナンスが確保されやすい地域特性であると想定されます。

一方で、事業者数が多く、地域のダイビング事業者団体への加入率が低いような地域では、多くの事業者がダイビング事業者団体に所属しておらず、ガバナンスが確保されにくい状況と言えます。したがって、そのような地域では、まずは地域のダイビング事業者団体への加入率を高めることが先決であると考えられます。

4.実施、継続、改善

(2) サンゴ礁のモニタリング

サンゴ礁のモニタリングは、同じ調査地点、同じ方法で定期的に(1年ごとなど)行われることで、現状と変化を把握できます。ただ、保全活動によっては、実際にサンゴ礁が守られているかどうかを評価することは非常に難しい場合が多いです。ダイビング時のサンゴへの接触や、船舶のアンカーリングによるサンゴの破損は、過剰利用のポイントでは影響も大きくなると推測されますが、異常高水温による大規模な白化現象や、オニヒトデの大量発生といった自然かく乱の影響は、人為的影響とは比較にはならないほど甚大な影響を及ぼすためです。

他方で、サンゴ礁のモニタリングをしながら、オニヒトデ等のサンゴ食害生物の発生状況や、高水温による白化状況の監視は、サンゴ礁保全にとって非常に重要です。大学や専門機関に所属するサンゴ研究者の科学的な調査によって、サンゴ礁の現状を把握することが、サンゴ礁保全の第一歩ともいえます。

また、詳細な専門的な調査ではなく、より簡易的な方法でもサンゴ礁の現状を概略的に把握することができます。例えば、国際的に統一した方法で容易に実施できる調査方法(リーフチェック)もあり、沖縄県内で行っているマリンレジャー事業者や団体もいます。

このように、自分たちでのサンゴ礁のモニタリングや、専門家と協力しての簡単な調査は、現状把握のための情報の収集の面でも、科学的な知見を広める意味でも大変意義のある活動と言えます。行政機関による調査(専門調査会社)や研究者が行う調査では、現場を見る頻度は限られていますが、海で過ごすことが多いダイビング事業者が現場を見る頻度のほうが多いため、定性的に状況変化をリアルタイムに捉えられる可能性があります。

以下に、ダイビング事業者も行っている調査方法の具体例を紹介します。

● 調査方法例 その1

リーフチェック

世界統一手法によるボランティアベースのサンゴ礁モニタリング手法です。約100ヵ国で実施されており、調査精度を担保する認定を受けた専門家(チーム科学者)が協力しながら、現場を指揮するチームリーダーのもと、ダイビング事業者やNPOを主体としています。一般のレジャーダイバーでも参加できます。

(参考: Reef Check World Wide <https://www.reefcheck.org/>)

県内の具体事例

恩納村マリンレジャー協会では、自分たちのフィールドを自分たちの手でモニタリングしていく体制を整える目的で、2020年と2021年に「チームリーダー・チーム科学者養成講座」を開催し、延べ16名のチームリーダー・チーム科学者が認定され、村内2箇所で開催しています。



図 リーフチェックの様子(出典:恩納村マリンレジャー協会)

4.実施、継続、改善

● 調査方法例 その2

スポットチェック法(モニタリングサイト1000)

環境省生物多様性センターが実施するモニタリングサイト1000(サンゴ礁調査)の調査方法として、スノーケリングによる「スポットチェック法」は、特殊な機材などを使わない、簡便性に優れた手法です。おおよそ50m四方のエリアを1地点あたり15分程度での遊泳で1日数地点を調査できます。

沖縄県内では、地域により異なりますが、専門家のほか漁業者やダイビング事業者も携わっています。

(参考: 環境省生物多様性センター モニタリングサイト1000調査マニュアル。 <https://www.biodic.go.jp/moni1000/manual/>
サンゴ礁調査(スポットチェック法)に調査方法詳細を掲載)



図 スポットチェックの様子(出典:沖縄県自然保護課, サンゴ礁情報プラットフォーム)

● 調査方法例 その3

コーラルウォッチ(サンゴ健全度調査)

「コーラルウォッチ」は、専用の用紙を用いてサンゴの色合いを観察することで、サンゴの白化現象などの健全度を簡易的にモニタリングできるオーストラリアで開発された調査方法です。スクーバダイビング指導団体PADIの支援を受けるNGO「PADI AWARE Foundation」は、オーストラリアのクイーンズランド大学で始まった市民参加型のサンゴモニタリングプログラムであるCoralWatch(コーラルウォッチ)と連携し、この観察手法の普及活動を行っています。

(参考: プロジェクトAWARE財団 <https://www.padi.co.jp/visitors/aware/coral-watch.asp>)



図 コーラルウォッチの様子(出典:環境省,子どもパークレンジャー事業)

4.実施、継続、改善

● 調査方法例 その4

サンゴマップ(市民参加型プロジェクト)

2008年の「国際サンゴ礁年」を契機に、有志が集まってスタートした市民参加型プロジェクトです。全国のダイバーやスノーケラーを対象に、各地で観察した「サンゴの分布情報」「白化情報」「産卵情報」の提供を募り、参加者の投稿をもとに日本全国の「サンゴマップ」を作成していくものです。

研究者やマリンレジャー事業者、一般のレジャー参加者など、誰でも参加可能で、観察したサンゴの情報をウェブサイト簡単に投稿することで、リアルタイムに各地のサンゴの状況を共有することができます。

(参考: 日本全国みんなで作るサンゴマップ <https://www.sangomap.jp/>)

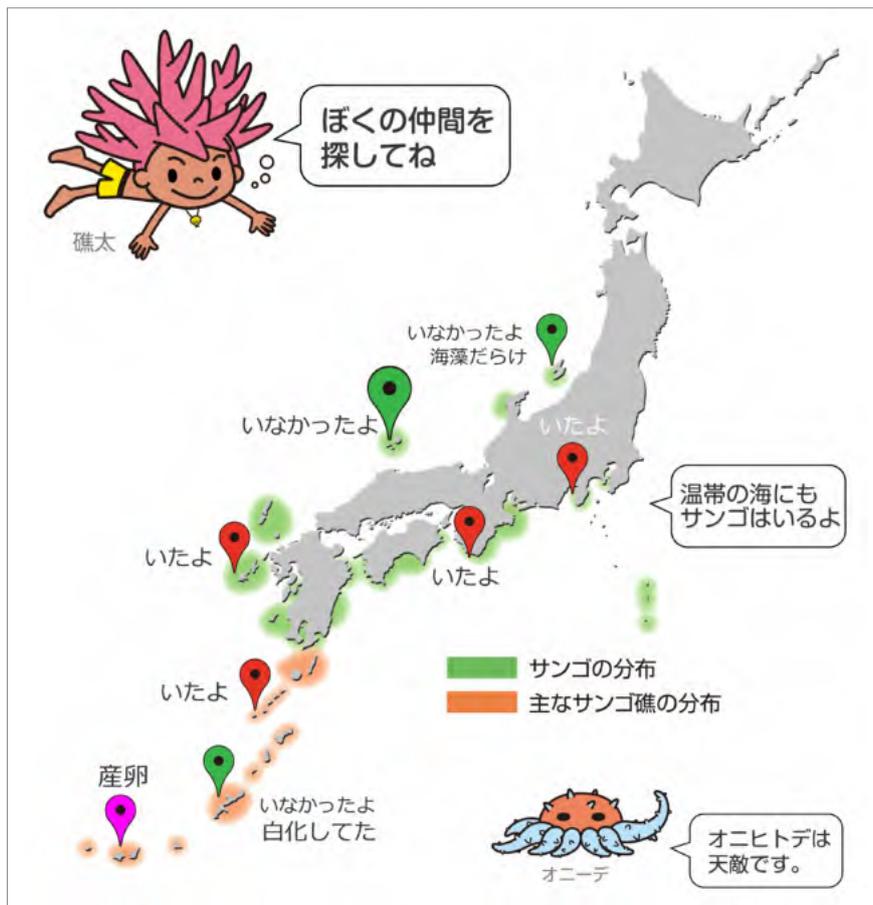


図 日本全国みんなで作るサンゴマップ(出典:2018サンゴマップ実行委員会)

4.実施、継続、改善

● 調査方法例 その5

稚ヒトデモニタリング

サンゴモを食べる時期の小さなオニヒトデ(5~20mm程度)を探し、将来のオニヒトデ大発生を事前に予測する手法です。サンゴモの上に残る稚ヒトデの食べ痕(食痕)を目印に、稚ヒトデを探します。

沖縄島の場合、調査は10月から12月ごろ、海中で稚ヒトデを見つけられるサイズ(5~10mm程度)となる時期が最も適しています。稚ヒトデが2cm以上になるとサンゴを探して移動するようになり、見つけにくくなります(詳細は「稚ヒトデモニタリングマニュアル」を参照)。また、沖縄県では、発生状況を定量的に評価するための「オニヒトデ簡易調査マニュアル」を作成しています。

参考: オニヒトデ簡易調査マニュアル <https://www.pref.okinawa.lg.jp/kurashikankyo/kankyo/1004676/1004682.html>

稚ヒトデモニタリングマニュアル <https://www.ostc-okinawa.org/wp/img/2018/02/10c23675377157c21159e2ec9e107fdb.pdf>

オニヒトデドット沖縄 <https://onihitode.okinawa/>

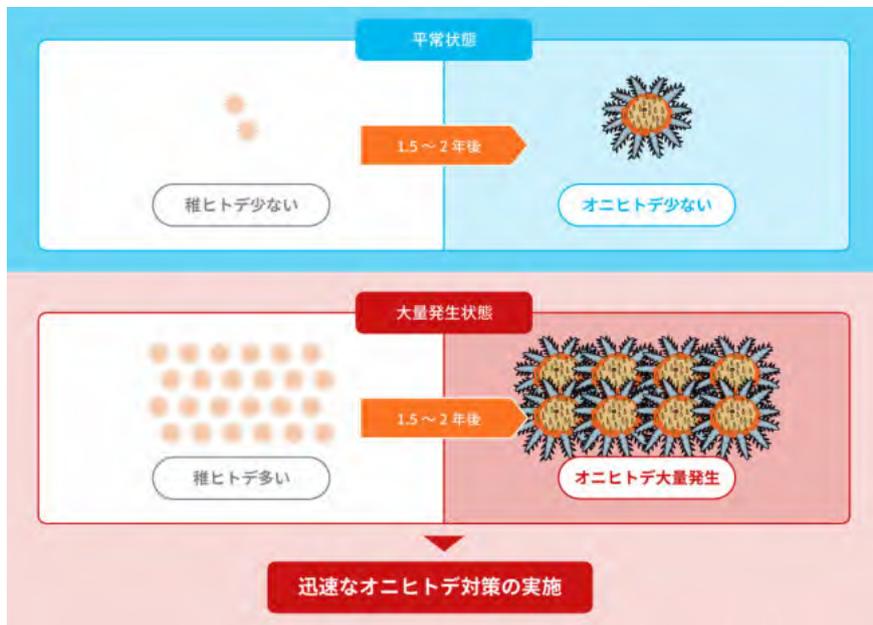


図 稚ヒトデと親ヒトデの関係(出典:沖縄県自然保護課, オニヒトデドット沖縄)

4.実施、継続、改善

(3) 活動継続のための仕組み(プロモーション、環境保全協力金等)

サンゴ礁保全活動の継続には、マリンレジャー事業者の若手スタッフの教育、係留ブイの資材費、ダイビング船の燃料費などの費用が必要で、多くは事業者団体に所属する事業者が費用を出し合って賄ったり、ボランティアベースで行われている状況です。

活動の継続には、サンゴ礁保全に積極的なダイビング等の事業者団体や個別の事業者の活動を効果的に発信し、集客につなげることも重要です。しかし、現状は、利用客がマリンレジャー事業者を選ぶ際には、ウェブサイトの見栄えや、SEO対策(検索エンジンによる検索でウェブサイトがより上位に表示されるような対策)に資金を投下できる事業者が有利であり、事業者がいかに環境配慮・サンゴ礁保全や安全対策を高質に行っていたとしても、そのプロモーションが伴わないと集客率は高まりません。

また、環境保全に資する活動への協力金として、受益者負担の仕組みを導入している事業者団体や多機関連携団体もあります。持続可能な観光の推進にあたり、レスポンシブルツーリズム・エシカルツーリズムの考え方が徐々に社会に広まってきているなかで、今後さらに、これらの仕組みを導入しやすくなることが期待されます。

以下に、具体的な事例を紹介します。

● 事例 その1

OTAサイトを活用したGreen Finsのプロモーション(恩納村)

SDGs未来都市であり「世界一サンゴと人にやさしい村宣言」を掲げている恩納村では、国内の地方自治体として初めてGreenFinsが導入されており、OTAサイトを活用したプロモーションが行われています。「サンゴにやさしいマリンアクティビティ」のキャッチフレーズのもと、GreenFinsの解説とともに、恩納村内でのGreenFins認定店を積極的に紹介し、マリンレジャー客への認知度および選択性を高める施策を官民連携で行っています。このようなプロモーションを通して、GreenFins認定店になるインセンティブを付与できることが期待されています。

※インターネット上の検索・予約・販売サイト



図 Green Finsの導入により恩納村が目指すサイクル(出典:恩納村企画課)

4.実施、継続、改善

● 事例 その2

ガイドラインの認証制度(宮古圏域)

宮古圏域では、宮古島サスティナブルツーリズムガイドラインを遵守しているマリレジャー事業者を認証する制度があり、宮古島観光協会や同連絡会マリ事業部会が中心となって、SNSも活用しながら認証店を積極的にプロモーションしています。これにより、観光客に対するガイドラインの普及とともに、認証店の増加につなげることで事業者に対するガバナンス確保の強化を目指しています。



図 宮古島サスティナブルツーリズムガイドライン認証店啓発ポスター

(出典:宮古島観光協会公式情報サイト <https://miyako-island.net/sustainable/>)

4.実施、継続、改善

● 事例 その3

環境保全協力金の仕組み(一般社団法人 宮古島美ら海連絡協議会)

宮古島市の3つの漁協と5つのダイビング事業者団体では、相互理解と協力により「宮古地域における海面の調和的利用に関する協定」を結んでおり、多機関連携団体として宮古島美ら海連絡協議会が組織されています。協定の目的である「宮古島市周辺の海洋環境の保全」「観光ダイビング事業および水産業の振興」「地域の発展に寄与すること」を達成するために「美ら海協力金」として、ダイビング客から1日500円のご協力金を任意徴収しています。サンゴ礁保全に資する使途としては、ダイビング用の係留ブイの設置・維持管理費用などに活用されています。



図 美ら海抽選会 告知(出典:一社 宮古島美ら海連絡協議会 公式Instagram)

4.実施、継続、改善

(4) 保全活動の改善

**環境の変化や科学的知見に対応しながら
サンゴ礁保全活動を継続的に実施・改善するために
専門家との連携体制を築くことが重要です。**

サンゴ礁保全活動の的確な実施、継続の仕組みを構築したうえで、さらに高質な取り組みとしては、活動を改善していくことです。近年は、気候変動による影響が顕著になりサンゴの白化現象が頻発化しているほか、海洋プラスチックゴミの影響、赤土や栄養塩などの陸域負荷の影響なども依然として懸念されています。また、日焼け止め剤に含まれる化学物質の影響などサンゴ礁生態系への程度影響を及ぼすか、まだ良く分かっていないことも多いのが現状です。

サンゴ礁生態系には、自然的な影響や人為的な影響が複雑に作用し、それらの影響も、科学的な評価も変わりゆく状況にあります。このような状況のなかで、サンゴ礁活動方法についても、より良い方法にアップデートしていくことが重要です。そのためには、専門家への相談が必要となりますが、相談をしやすくする方法として、専門家が参画している地域協議会等に参加することで彼らとの繋がりを密にすることが挙げられます。もし地域にそのような協議会がない場合には、沖縄県や環境省のサンゴ関連窓口相談する方法があります。

● 環境省の主な連絡先

環境省 自然環境局 自然環境計画課 (相談内容の例: サンゴ礁生態系保全行動計画や国際会議など)

Tel 03-5521-8274 E-mail shizen-keikaku@env.go.jp

環境省自然環境局生物多様性センター (相談内容の例: モニタリングサイト1000関連など)

Tel 0555-72-6031 E-mail biodic_webmaster@env.go.jp

国際サンゴ礁研究・モニタリングセンター (相談内容の例: 八重山のサンゴ礁に関すること、石西礁湖自然再生協議会など)
(石垣自然保護官事務所)

Tel 0980-82-4768 E-mail coremoc@sirius.ocn.ne.jp

● 沖縄県の主な連絡先

沖縄県 環境部 自然保護課 (相談内容の例: 沖縄県全体のサンゴ礁に関すること、本事例集に関することなど)

Tel 098-866-2243 お問い合わせ <https://enq.pref.okinawa.lg.jp/cgi-bin/contacts/G040040010>

保全利用協定サポートデスク(沖縄県公認) (相談内容の例: 沖縄県保全利用協定に関すること)

Tel 098-996-2296 お問い合わせ <https://sustainable-tourism.okinawa/>

● 専門機関の主な連絡先

日本サンゴ礁学会 (相談内容の例: 学術的な内容、サンゴ礁学会に関することなど)

E-mail info@jcrs.sakura.ne.jp

＜出典、引用文献リスト＞

章	該当頁(p)	出典、引用文献
1章	7	環境省沖縄奄美自然環境事務所(2023年3月14日)「石西礁湖のサンゴ白化現象の2022年12月調査結果について」(プレスリリース). https://kyushu.env.go.jp/okinawa/press_00041.html (参照:2025-07-10)
1章	11	Iijima M., Yasumoto K., Yasumoto J., Iguchi A., Yasumoto-Hirose M., Mori-Yasumoto K., Mizusawa N., Jimbo M., Sakai K., Suzuki A., Watabe S.(2025) Adverse effects of total phosphate load from the environment on the skeletal formation of coral juveniles. <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 211, 117395.
1章	15	Lalas, J. A. A., Gomez, R., Abram, A., Hakim, A. A., Nakamura, T., & Reimer, J. D.(2024) Patterns of fish assemblage structure on reefs with varying degrees of hard coral and soft coral dominance in Okinawa Island, Japan. <i>Marine Biodiversity</i> , Vol.54, No.82.
1章	15	太田 格, 秋田 雄一, 上原 匡人, 海老沢 明彦(2017)沖縄島沿岸域における水産資源の27年間の動向と現状(沖縄沿岸域の総合的な利活用推進事業). <i>沖縄水海技セ事報</i> , 77, 35-60.
2章	26	沖縄振興開発金融公庫・(公財)日本交通公社(2022)ポストコロナ時代における沖縄観光のあり方に関する調査研究:共同記者発表付属資料. https://www.okinawakouko.go.jp/userfiles/files/news_release/2022/20220216_kisyahappyofuzokusiryous_pos_tkorona_tyousa.pdf (参照:2025-06-27)
2章	28	敷田 麻実, 横井 謙典, 小林 崇亮(2001)ダイビング中のサンゴ攪乱行動の分析:沖縄県におけるダイバーのサンゴ礁への接触行為の分析. <i>日本沿岸域学会論文集</i> , 13, 105-114.
2章	28, 29	Toyoshima, J., & Nadaoka, K.(2015)Importance of environmental briefing and buoyancy control on reducing negative impacts of SCUBA diving on coral reefs. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 116, 20-26.
2章	28, 29	沖縄総合事務局 運輸部(2021)環境に配慮したマリンレジャー等の自然フィールド利活用に係る持続可能で高付加価値な海洋観光の推進にむけた実証事業 実績報告書. https://www.ogb.go.jp/-/media/Files/OGB/Unyu/kouhyou/kaiyokanko.pdf (参照:2025-07-10)
2章	29	Worachananant, S., Carter, R. W., Hockings, M., & Reopanichkul, P.(2008)Managing the impacts of SCUBA divers on Thailand's coral reefs. <i>Journal of Sustainable Tourism</i> , 16(6), 645-663.
2章	31	Tashiro, Y., & Kameda, Y.(2013)Concentration of organic sun-blocking agents in seawater of beaches and coral reefs of Okinawa Island, Japan. <i>Marine Pollution Bulletin</i> , 77, 330-340.
2章	32	環境省(2020)紫外線環境保健マニュアル2020. https://www.env.go.jp/content/900410651.pdf (参照:2025-06-27)
2章	34	Martina, D. I. I., Allan, T. S., Paulo, R. M., Renato, G. G., & Ierecê, M. L. R.(2003)Effects of tourist visitation and supplementary feeding on fish assemblage composition on a tropical reef in the Southwestern Atlantic. <i>Journal of Experimental Marine Biology and Ecology</i> , 294(2), 145-168.
2章	34	Vinicius J.G., Osmar J.L., Alexandre S.(2015)Marine life preferences and perceptions among recreational divers in Brazilian coral reefs: <i>Tourism Management</i> , Volume 51, 49-57.
3章	37	観光庁(2025年10月22日)「観光地域づくり法人(DMO)」観光政策・制度. https://www.mlit.go.jp/kankochu/seisaku_seido/dmo/index.html (参照:2025-10-27)

注) 図表類の出典については、各図表下に記載し、上記リストには含まない。

參考資料

【参考資料】

資料-1. 関係法令、手引き等のリンク集

資料-2. 各地域のガイドライン等のリンク集

資料-3. 係留ブイの設置・管理手法等の事例集

<関係法令、手引き等のリンク集>

■エコツーリズム、自然再生、持続可能な観光等について ※主要な情報のみ掲載

<環境省>

- エコツーリズム推進法(平成 19 年法律 第 105 条)

<https://www.env.go.jp/nature/ecotourism/try-ecotourism/law/index.html>

(環境省「エコツーリズム」公式ホームページ)

<https://www.env.go.jp/nature/ecotourism/try-ecotourism/try/>

(環境省「エコツーリズム推進マニュアル(改訂版)平成 20 年3月」)

- 自然再生推進法(平成 14 年法律第 148 条)

<https://www.env.go.jp/nature/saisei/index.html>

(環境省「自然再生」公式ホームページ)

- 地域自然資産区域における自然環境の保全及び持続可能な利用の推進に関する法律(地域自然資産法)(平成 26 年法律第 85 条)

<https://www.env.go.jp/nature/saisei/index.html>

<https://www.env.go.jp/content/900492338.pdf>

(環境省「地域自然資産法」公式ホームページ)

- 地域における生物の多様性の増進のための活動の促進等に関する法律(令和6年法律第 18 条)

https://www.env.go.jp/press/press_04681.html

(環境省「地域生物多様性増進法」公式ホームページ)

- ネイチャーポジティブ ポータルサイト 環境省

<https://policies.env.go.jp/nature/nature-positive/>

・生物多様性ポータルサイト

<https://www.biodic.go.jp/biodiversity/index.html>

・ネイチャーポジティブ経営推進プラットフォーム

https://www.biodic.go.jp/biodiversity/private_participation/business/

<沖縄県>

- 県知事認定保全利用協定(平成 15 年3月)沖縄県環境部自然保護課

<https://www.pref.okinawa.jp/kurashikankyo/kankyo/1004307/1004311/index.html>

「県公認サポートデスク」

<https://sustainable-tourism.okinawa/>

- おきなわ SDGs アクションプラン(令和6年3月改訂)沖縄県企画部

<https://www.pref.okinawa.jp/kensei/shisaku/1014182/1014193.html>

- 沖縄県サステナブルツーリズム宣言(令和7年3月)沖縄県文化観光スポーツ部

<https://www.pref.okinawa.jp/shigoto/kankotokusan/1011671/1037292.html>

- 生物多様性おきなわ戦略(平成 25 年3月)沖縄県環境部自然保護課

<https://www.pref.okinawa.jp/kurashikankyo/kankyo/1004287/1004455.html>

■サンゴ礁の保全・再生について

- サンゴ礁生態系保全行動計画 2022-2030(令和4年3月)環境省自然環境局自然環境計画課
<https://www.env.go.jp/nature/biodic/coralreefs/project/index.html>
- 造礁サンゴの移植に関するガイドライン(平成 16(2004)年 11 月)日本サンゴ礁学会
<https://www.jcrs.jp/old/information/ishoku-guideline.pdf>
- 沖縄県サンゴ移植マニュアル(平成 20(2008)年度版)沖縄県文化環境部自然保護課
<https://www.pref.okinawa.lg.jp/kurashikankyo/kankyo/1004676/1004683.html>
- 改訂 有性生殖によるサンゴ増殖の手引き(平成 31 年3月)水産庁漁港漁場整備部整備課
https://www.jfa.maff.go.jp/j/seibi/sango_tebiki.html
- 沖縄県サンゴ礁保全推進協議会(平成 20(2008)年6月)事務局:沖縄県環境部自然保護課
<https://ocrcc.sakura.ne.jp/>
- サンゴプラポ(サンゴ礁情報プラットフォーム)沖縄県環境部自然保護課
<https://okinawa-sango-info.com/>
- 日本全国みんなで作るサンゴマップ(サンゴマップ実行委員会)
<https://www.sangomap.jp/>

■オニヒトデ対策について

- オニヒトデのはなし(平成 16 年 3 月)沖縄県環境部自然保護課
<https://www.pref.okinawa.lg.jp/kurashikankyo/kankyo/1004621/1004573.html>
- オニヒトデ対策ガイドライン(平成 19 年 3 月)沖縄県環境部自然保護課
<https://www.pref.okinawa.jp/kurashikankyo/kankyo/1004676/1004681.html>
- オニヒトデドット沖縄(沖縄県オニヒトデ対策ポータルサイト)沖縄県環境部自然保護課
<https://onihitode.okinawa/>

■赤土対策、プラスチック使用削減

- 第2次沖縄県赤土等流出防止対策基本計画(令和5年3月)沖縄県環境部
<https://www.pref.okinawa.jp/kurashikankyo/kankyo/1004750/1018610/1004456/1004801.html>
- 「沖縄県プラスチック問題の取組に関する指針」の策定について(令和7年3月)沖縄県環境部
 - ・「事業者向けの使い捨てプラスチック使用削減の手引き」
 - ・プラスチック問題に関する万国津梁会議<https://www.pref.okinawa.lg.jp/kurashikankyo/gomirecycle/1004166/1034061.html>

■サンゴ礁生態系のモニタリング調査等のマニュアル

- モニタリングサイト 1000(サンゴ礁調査) スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル
第5版 (平成 25(2013)年7月)環境省自然環境局生物多様性センター
https://www.biodic.go.jp/moni1000/manual/spot-check_ver5.pdf
- リーフチェック (リーフチェック本部 Web サイト)
<https://www.reefcheck.org/>
リーフチェックジャパン Web サイト
<http://reefcheck.jp/>
- 沿岸生態系の気候変動適応マニュアル～生き物がにぎわうサンゴ礁と藻場を未来へ～
(令和5年3月)気候変動適応九州・沖縄広域協議会
https://adaptation-platform.nies.go.jp/moej/action_plan/file/kyushu-okinawa/03-01.pdf
掲載 Web サイト(A-PLAT 気候変動適応情報プラットフォーム)内 生態系分科会(沿岸域)
https://adaptation-platform.nies.go.jp/moej/action_plan/index.html
- オニヒトデ簡易調査マニュアル(平成 14 年9月)沖縄県環境部自然保護課
<https://www.pref.okinawa.lg.jp/kurashikankyo/kankyo/1004676/1004682.html>
- 稚ヒトデモニタリングマニュアル(平成 18 年3月)内閣府委託事業, (財)亜熱帯総合研究所
<https://www.ostc-okinawa.org/wp/img/2018/02/10c23675377157c21159e2ec9e107fdb.pdf>
- オニヒトデ駆除マニュアル(平成 24 年3月)環境省中国四国地方環境事務所
https://chushikoku.env.go.jp/to_2012/data/0515aa.pdf

<各地域のガイドライン等のリンク集>

■八重山諸島

- 石西礁湖自然再生全体構想行動計画 2024-2028 (石西礁湖自然再生協議会)
<http://sekiseisyouko.com/szn/kousou.html#koudou>
- 西表島エコツーリズム推進全体構想 (竹富町西表島エコツーリズム推進協議会)
<https://iriomote-ecotourism.jp/organization/>
- 西表島観光管理計画:令和5年3月 (奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島
世界自然遺産地域連絡会議 西表島部会)
<https://www.pref.okinawa.jp/kurashikankyo/kankyo/1004287/1004849.html>
- 竹富町ダイビング組合 自主ルール (竹富町ダイビング組合)
[公式 facebook 内に掲載 \(2020年2月29日投稿\)](#)
- 川平石崎マンタポイントのルール ((一社)八重山ダイビング協会)
<https://yda-diving.com/manta/>
- 白保サンゴ礁地区保全利用協定:令和6年5月認定 (沖縄県、同保全利用協定締結事業者)
https://www.pref.okinawa.lg.jp/res/projects/default_project/page/001/004/312/shiraho3.pdf
- 白保海域利用 自主ルール:観光業者、一般観光客、研究者 (白保魚湧く海保全協議会)
<https://sa-bu.natsupana.com/whatwedo/rule-self/>
- 米原海岸利用ルール (石垣市企画部観光文化課)
<https://www.city.ishigaki.okinawa.jp/soshiki/kankyo/sizen/kokuritikouen/1592.html>
(解説版) 環境省沖縄奄美自然環境事務所
<https://www.env.go.jp/park/iriomote/yonehararurukaisetu.pdf>
- 石垣島アウトフロッターユニオンインタープリテーション計画 ver.1.0(2024.7.12)
(石垣島アウトフロッターユニオン インタープリテーション計画 策定委員会)
http://outfitter-union.com/images/IP_ver1.pdf

■宮古諸島

- 宮古島サステイナブルツーリズムガイドライン (宮古島サステイナブルツーリズム連絡会)
<https://miyako-island.net/sustainable/#sec3>
- 宮古地域における海面の調和的利用に関する指針 ((一社)宮古島美ら海連絡協議会)
<https://m-chura.com/operators/guideline/>
- 八重干瀬を守る5つのルール((一社)宮古島美ら海連絡協議会)
<https://m-chura.com/operators/guideline/>

- 保良クバクンダイ鍾乳洞保全利用協定:令和4年8月認定
(沖縄県、同保全利用協定締結事業者)

https://www.pref.okinawa.jp/res/projects/default_project/page/001/004/312/borakubakundai.pdf

■沖縄県本島

- 国頭村のマリンアクティビティ自主ルール&マナー
(国頭村観光協会ホームページ(くんじゃんマガジン)2022年2月1日投稿)

<https://kunigami-kanko.com/magazine/>

※「マリンアクティビティ」で検索

- GreenFins (恩納村企画課、(一社)恩納村マリンレジャー協会)

<https://www.vill.onna.okinawa.jp/politics/1683856059/>

<https://oma.or.jp/>

- 謝名瀬地区保全利用協定:令和6年12月認定(沖縄県、同保全利用協定締結事業者)

https://www.pref.okinawa.jp/res/projects/default_project/page/001/004/312/janabishi_r6.pdf

- 渡嘉敷村観光協会 環境保全ルールブック【100年先にこの碧を結ぶ】(渡嘉敷村観光協会)

<https://tokashiki.info/rule>

- 座間味村ルールブック「島人と島の自然からのお願い」(座間味村)

<https://www.vill.zamami.okinawa.jp/news/m/2015/04/post-18.php>

※本リンク集は、ホエールウォッチングについては含めていない

係留ブイの設置・管理手法等の事例集

<目次>

1. はじめに.....	資 3-3
2. 係留ブイ設置の流れ.....	資 3-3
3. 関係者調整の流れ.....	資 3-4
3-1. マリンレジャー事業者間および漁業協同組合との調整.....	資 3-4
(1) 宮古圏域.....	資 3-4
(2) 恩納村.....	資 3-4
(3) 北谷町.....	資 3-4
(4) 渡嘉敷島.....	資 3-4
3-2. 関係行政機関への許認可申請.....	資 3-5
3-3. 関係者調整にかかる留意事項.....	資 3-6
(1) マリンレジャー事業者間での調整.....	資 3-6
(2) マリンレジャー事業者と漁業協同組合間での調整.....	資 3-6
(3) 地域特性に応じた係留ブイの設置・管理主体.....	資 3-6
4. 様々なタイプのブイの特徴.....	資 3-7
4-1. ブイタイプ別の特徴の整理.....	資 3-7
(1) 係留ブイの2つの基本タイプ(水中ブイ、水面ブイ).....	資 3-7
(2) 様々なブイタイプの特徴整理.....	資 3-8
4-2. ブイタイプ別の詳細.....	資 3-10
(1) ロープ岩礁固定タイプ.....	資 3-10
(2) トンブロックタイプ.....	資 3-11
(3) アンカー埋設タイプ.....	資 3-12
5. 運用ルールの事例紹介.....	資 3-14
6. 維持管理手法の事例紹介.....	資 3-16
7. その他の検討、配慮すべき事項.....	資 3-17
7-1. 利用頻度による係留ブイの必要性.....	資 3-17
7-2. サンゴ礁に配慮したアンカーリング方法.....	資 3-17
7-3. 共通課題の提示.....	資 3-18

1. はじめに

本事例集は、サンゴ礁保全および運用上の利点の面からマリンレジャー用係留ブイの設置および運用を行っている地域について、具体的な取り組み内容を整理したものである。また、沖縄県環境部自然保護課が令和5～6年度にかけて行った係留ブイの設置・運用モデル事業(以下、係留ブイモデル事業)の成果をとりまとめ、これからマリンレジャー用係留ブイを設置・運用しようとする地域団体の参考となるように、できる限り体系化し、実例を交えて整理した。

2. 係留ブイ設置の流れ

海事関係者間における係留ブイ設置までの事前調整の流れを整理した。

係留ブイを設置するための事前調整として、マリンレジャー事業者間での調整、漁業協同組合との調整、観光関連団体(観光協会、DMO[※])への連携・協力、関係行政機関(沖縄県・海上保安部・市町村等)への許認可申請などの関係者との調整を図ることが必要である。

下記に示すフローは、あくまで流れを可視化したものであり、地域によって非常に慎重な調整が必要であり、調整には長期間を要することが考えられる。

※DMO：観光地域づくり法人。地域経営の視点に立った観光地域づくりの司令塔として、多様な地域関係者と協働しながら観光地域づくりを実現するための戦略策定、遂行機能を備えた法人である。

2025年10月時点で沖縄県内では9団体ある(登録区分：広域連携、地域連携、地域)

出典)観光庁.”観光地域づくり法人(DMO)”.観光政策・制度.2025-10-22.

https://www.mlit.go.jp/kankocho/seisaku_seido/dmo/index.html, (参照 2025-10-27)

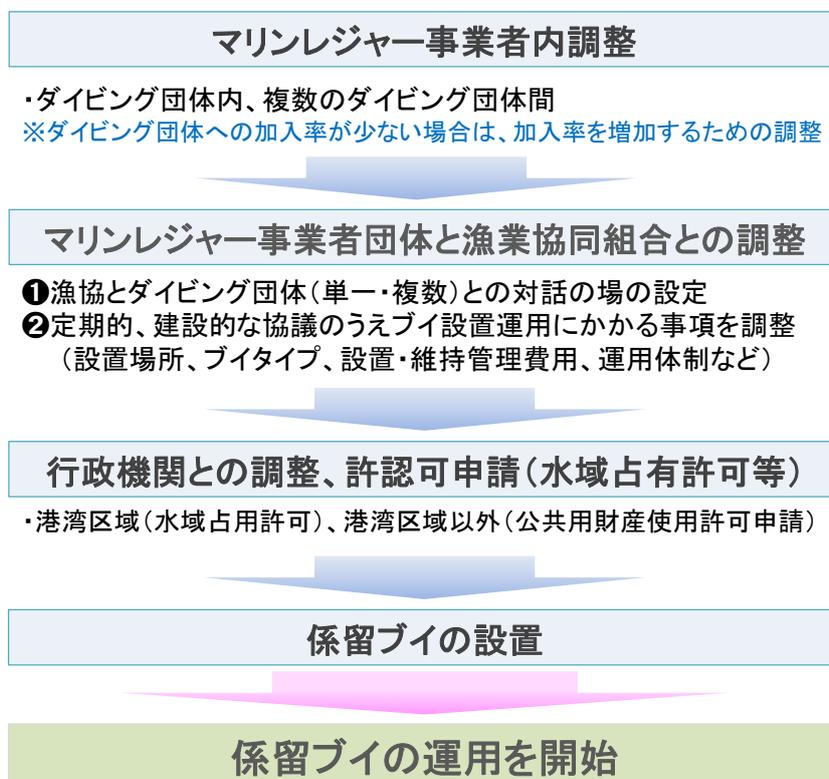


図 2-1 係留ブイ設置までのフロー(例)

3. 関係者調整の流れ

3-1. マリンレジャー事業者間および漁業協同組合との調整

マリンレジャー事業者団体への加盟割合や、事業者団体と漁業協同組合との関係性については、地域によって実情が大きく異なっている。

下記に例示する地域のように、漁業協同組合との調整の結果として、ダイビング事業者団体と漁業協同組合の間での合意形成が図られている地域がある一方で、課題を抱えている地域もある。

例えばダイビング事業者団体数が多く、ダイビング事業者団体への加盟率が低い場合などでは、ダイビング事業者間で一定の調整が進まない限り、漁業協同組合との調整が進展しないことが想定される。また、漁業協同組合との調整に際しては、最終的には係留ブイの設置について、漁業協同組合内の理事会における決議、総会における報告・承認といった流れが想定される。

(1) 宮古圏域

係留ブイの設置・運用の先行地域であり、ダイビング事業者団体は計 5 つに分かれているものの全体としてはダイビング事業者の加盟割合は約 9 割に達している(令和 7 年 12 月時点:加盟事業者数/潜水業届出事業者数)。長年の調整を経て、当該 5 つのダイビング事業者団体と地先の 3 つの漁業協同組合で構成される(一社)美ら海連絡協議会が組織され、係留ブイの設置場所や設置・維持管理の費用負担の仕組みを含む調整事項について同協議会内で調整が行われている。

(2) 恩納村

「世界一サンゴと人に優しい村宣言」を行い、サンゴに優しいダイビング・スノーケルの国際的なガイドラインである GreenFins を推奨しており、サンゴ礁へ配慮したマリンレジャーの取り組みの先進地域である。恩納村マリンレジャー協会と漁業者は、マリンレジャーに関して連携・協力を図っており、基本的に村内事業者のボートダイビングは、漁業者が所有する船舶に複数事業者が乗り合う「乗合船」の形で、運用がなされている。これらの地域特性より、係留ブイの管理は、設置・所有者である個別の漁業者がそれぞれ行っている。

(3) 北谷町

北谷町海域利用事業所協力会と北谷町漁業協同組合が海面利用調整にかかる協定を締結し、ダイビングエリアと操業エリアをゾーニング(区分け)している。エリアの標識ブイが設置されたダイビングエリア内に限って、事業者が係留ブイを設置・運用している。

(4) 渡嘉敷島

ダイビング事業者は漁業協同組合の組合員でもある場合が多い。漁業協同組合は、サンゴ保全への理解も深く、ダイビング事業者と漁協の良好な関係にもとづき、係留ブイの設置・運用を含めて島内の海面利用調整は図りやすい状況にある。沖縄島から来訪するダイビング船については、一部のダイビングエリアを共同利用するルールとなっているものの、係留ブイの利用ができるのは島内事業者のみとなっている。

3-2. 関係行政機関への許認可申請

係留ブイの設置に関しては、海底面から水面までの水域(空間的な意味合い)を占有する許可を得る必要がある。設置海域により(港湾区域内、港湾区域外)、申請内容および申請先が異なるため、詳細については、市町村の海事関係部局(港湾課、水産課等)や県土木事務所などへ確認する必要がある。いずれの申請においても設置場所に漁業権を有する漁協の同意書が必要となる。また、航行船舶の多い港湾区域内での設置作業に際しては、係留ブイの設置に際して、港内作業許可申請が必要となる。

なお、いずれの地域においても設置場所の共同・区画・定置漁業権を有する漁業協同組合と調整の上、同意が必要となる。また、設置までの工程検討にあたり、申請期間は数週間以上を要することが多いため留意する。以下に事例を示す。

表 3-1 係留ブイの設置(水域占有)にかかる申請の例

設置場所		申請内容	申請先
港湾区域外	名護湾周辺	公共用財産使用許可申請	沖縄県北部土木事務所
港湾区域内	石垣港内	水域占有許可申請	石垣市(港湾管理者)
		港内作業許可申請	石垣海上保安部
	那覇港内	水域占有許可申請	那覇港管理組合(港湾管理者)
		港内作業許可申請	那覇海上保安部
	うるま市 与那城町周辺	水域占有許可申請	沖縄県中部土木事務所 (港湾管理者)
		港内作業許可申請	中城海上保安部
国立公園内	石西礁湖内 (普通地域)	公共用財産使用許可申請	沖縄県八重山土木事務所
	石西礁湖内 (海域公園地区)	公共用財産使用許可申請	沖縄県八重山土木事務所
		自然公園法に基づく許可申請	環境省石垣自然保護官事務所
	慶良間諸島 (海域公園地区)	公共用財産使用許可申請	沖縄県南部土木事務所
		自然公園法に基づく許可申請	環境省慶良間自然保護官事務所

3-3. 関係者調整にかかる留意事項

関係者調整にあたっては、まずはマリンレジャー事業者間での調整、次にマリンレジャー事業者と漁業協同組合間での調整が想定される。

以下のとおり、県内の先行地域から情報収集をした関係者調整にかかる留意点を整理した。

(1) マリンレジャー事業者間での調整

- 様々な考え方の事業者がいるため、一度に全体をまとめていくのは難しい場合もある。まずは、共有した考えを持った小グループを作り、その後にグループ間の連携を進めていくアプローチもある。
- ダイビング事業者団体への加盟率を上げる試みとして、優先事項となる安全対策にかかる支援策として、酸素供給装置を加盟事業者に配るなど、団体加盟のメリットを示していく。
- マリンレジャーに対する考え方は様々であったとしても、「豊かなサンゴ礁があるからこそお客さんが訪れ、自分たちはその場所を利用させてもらっている立場である」というような共通認識に訴求していく方法がある。
- マリンレジャーに伴うオーバーツーリズムによる地域住民の不満や不安を事業者側が把握し理解するため、地域住民・漁業者から意見を聞く機会を設けることも有効である。

(2) マリンレジャー事業者と漁業協同組合間での調整

- 漁業協同組合に対する海域利用調整にあたっては、ブイ設置箇所が含まれる共同漁業権を管轄する全ての漁協に対して、保全活動への理解を得られるよう説明する必要がある。
- 関係性を良好に保つためには、漁港利用時には積極的に挨拶する、ハーリーなど地域活動へ参加する、漁港周辺のゴミ清掃を行うなど、日頃のコミュニケーションを通して交流を深めていくことが重要。
- 市町村の水産・環境・観光部局等の行政機関や、観光協会・DMO^{※p.1参照}などにも事前調整や協議の場に参画してもらい、多機関連携により調整を進めていくことも重要。

(3) 地域特性に応じた係留ブイの設置・管理主体

先行地域の係留ブイの設置・管理主体については、地域特性に応じて、以下のとおりいくつかのパターンに分けられる。※必ずしも全ての地域が以下のパターンに該当するわけではない。

A. ダイビング業と漁業が明瞭に分かれている地域 →設置・管理主体：ダイビング事業者

- 特徴の例) ・調整、協議の場がある。 ※長期間の調整が必要な場合が多い
・お互いあまり干渉しないようにしながら調整している。

B. ダイビング業と漁業の兼業者がいる地域 →設置・管理主体：ダイビング事業者

- 特徴の例) ・ダイビング事業者の多くが漁協組合員でもあり、円滑な調整が図りやすい。
・兼業割合とは無関係に、もともとダイビング事業者と漁協の関係は友好であり、サンゴ保全への理解も深く、円滑な調整が図りやすい。

C. 両業種は分かれているが漁業者がダイビング業にも関与 →設置・管理主体：漁業者

- 特徴の例) ・ダイビング事業者は、漁業者の船舶に乗り合う形でボートダイビングを実施。

4. 様々なタイプのブイの特徴

4-1. ブイタイプ別の特徴の整理

(1) 係留ブイの2つの基本タイプ(水中ブイ、水面ブイ)

係留ブイの利用形態としては、以下のとおり主に2つのタイプがある。

【水中ブイのみのタイプ】

- ・船舶の航行に支障がないことを優先したものである。船長以外のダイビングガイドがスクーバ潜水もしくはスキンドビングにより、水中ブイに船の係留ロープを取り付ける作業が必要である。

【水中ブイと水面ブイを併用するタイプ】

- ・ポイントに着いてすぐに水面で船を係留できるため利用上のメリットが高いが、航行船舶の多い海域では、特に夜間のロープ巻きこみ等のリスクがあり、漁業協同組合等の海事関係者との調整が必要である。

なお、水面ブイ設置の一部地域では、左記のように水中ブイから水面ブイをつなぐ形で設置・運用されている。それにより、以下のリスクを低減できる利点が考えられる。

【水面ブイのみを設置した場合のリスク】

- ・水深にもよるが、潮位対応のため、長さゆとりを持たせたロープ(沈む素材のロープ)が、干潮時に固定部周辺の岩礁に絡む。浮く素材のロープの場合、干潮時に水面にロープ余長部が浮いて、事故リスクが高まる。→対応策: 水中ブイから水面ブイの接続により、それらの事象を低減
- ・台風と大潮満潮が重なった場合、水面の上下動により岩礁固定部に大きな引張荷重がかかり、ロープ破断リスクが高まる。→対応策: 柔軟性のある水中ブイにより上下動による引張荷重を低減



図 4-1 係留ブイの利用形態タイプ

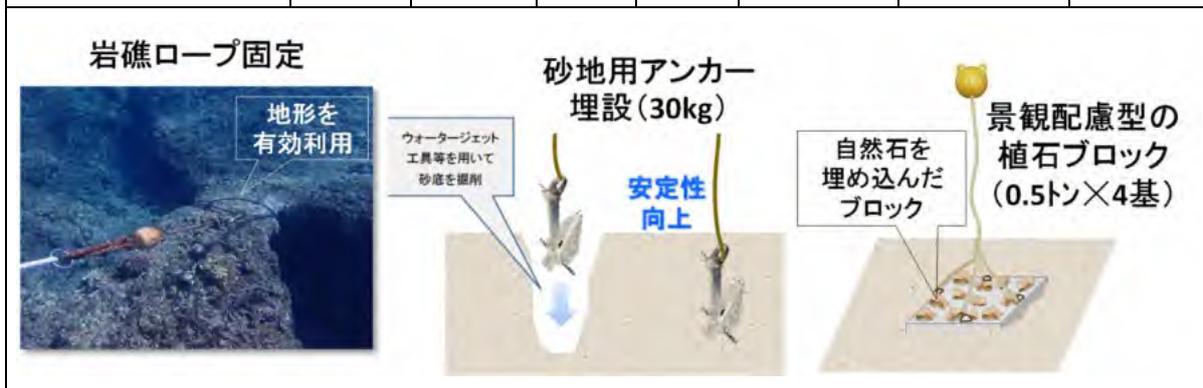
(2) 様々なブイタイプの特徴整理

係留ブイには、船舶を係留するブイが水面にあるか水中にあるかの違いのほか、ロープの固定方法として、岩礁の地形を利用してロープを固縛するタイプ、トンブロックをシンカーとして用いるタイプなどがある。そのほか、県が行った係留ブイモデル事業では、最も多いタイプである岩礁へのロープ固定タイプについて波当たり条件の異なる複数地点に試験設置したほか、景観配慮や安定性を向上させたトンブロックを用いたタイプや、砂地にアンカーを完全に埋設するタイプについても設置・運用試験を行った。

下記に、係留ブイモデル事業で試験設置した3タイプの特徴として、地形・底質への適応性、施工性、安定性、コスト等を相対比較した整理結果を示す。なお、いずれも水中(耐圧)ブイと水面ブイを併用したものであり、船舶航行の安全確保の観点から、水面ブイには夜間標識のための点滅灯(ソーラーライト)を取り付けたものである。また、作業費は、漁業協同組合への傭船費・潜水作業員費用を計上したものであり、当該モデル地域は金武湾港内にあるため、港内作業時に必要とされる警戒船の費用も計上されている。したがって、最も費用を要する条件設定と言える。

表 4-1 係留ブイのタイプ別の想定比較(係留ブイモデル事業での実績)

ブイタイプ	施工性	耐久性・安定性	景観配慮	適した底質	材料・設置機材コスト	日当りコスト ※作業費含む	1箇所当りコスト
ロープ岩礁固定 (水中・水面ブイ併用)	◎	△～○	○	岩礁	15万円/個	65万円 (3個/日)	20万円
トンブロック :0.5t×4基 (景観配慮タイプ)	○	○	△	砂礫底	50万円/個	100万円 (1個/日)	100万円
砂地用アンカー埋設 (30kg)	○	△～○	○	砂礫底	25万円/個	80万円 (2個/日)	40万円



※上記は3タイプの相対的な評価とした。景観配慮性は海底に設置する人工物という観点から評価。なお、トンブロックは、通常の被覆ブロックに自然石を埋め込むことで、周辺の景観に馴染みやすく、表面形状の凹凸により藻類や付着生物(サンゴを含む)の加盟しやすさが期待される自然石埋め込み型の被覆ブロックを採用した。低平な計上であり、通常のトンブロックよりも安定性は高い。

<留意事項>

- ・ロープ岩礁固定タイプは、材料・設置・機材コストは 15 万円のうち 10 万円が夜間標識・点滅灯費用であり、水中ブイのみであれば 1 箇所当りコストが半減する見込み。
- ・クレーン船備船費とブロック代で約 50 万円を占める。試験設置のため小ロット調達となり非常に割高となっているが、港湾工事の余剰ブロックを利活用することができれば大幅に単価は下がる。
- ・1 地点あたり、ブロック1基(0.5t タイプ)のみとし、エアリフター(重量物を浮力により持ち上げる機材)を用いてブロックを水面に浮かせて港から漁船等で曳航する場合、作業費も大きく削減できるため、総額 50 万円未満に抑えられる可能性あり。



植石被覆ブロック
0.5tタイプ(1×1m程度)



エアリフターでの
移動イメージ

図 4-2 ブロックタイプの縮減案のイメージ

4-2 ブイタイプの詳細

(1) ロープ岩礁固定タイプ

県内で最も多い係留ブイのタイプであり、材料費や設置費用が比較的安価である。一方で、岩礁の穴などの地形を利用してロープを固縛するため、海域や微地形によって岩礁の強度が異なるため、必ずしも安定性が担保されるわけではない。そのため、係留時に天候が急変した場合などにブイを取り付けている岩礁ごと崩れるといったリスクもある。

水中ブイは、水深 5m～10m 弱に位置するよう調整されていることが多い。設置ブイを構成する水中ブイの材質やサイズ、ロープ直径は地域によってさまざまであり、岩礁の固定部のみチェーンを用いている場合もある。耐用年数についても海域や係留する船舶の大きさによって異なり、定期的な維持管理(点検、修繕、交換等)が必要である。

県の係留ブイモデル事業では、礁斜面(リーフエッジ)、礁池内(イノー内)など波当りの異なる 6 地点にブイを試験設置して、約 5 ヶ月間の試験利用を行った。



図 4-3 ロープ岩礁固定タイプの設置状況例

<ロープ直径>

直径 20～40mm であり、20mm 程度のロープを用いている地域が多い。

<ブイサイズ>

長径 160mm～350mm であり、300mm 程度のブイを用いている地域が多い。

表 4-2 県による係留ブイモデル事業で用いた材料の例

内容	備考
水面ブイ(係留用)	PVC 製/浮力 4kg/ 長径 20cm 程度
水中ブイ	PVC 製/浮力 24kg/ 長径 35cm 程度
標識灯用ブイ	ABS 製/浮力 5kg/ 長径 20cm 程度
シンカーロープ	海底から水中ブイまで/水に浮く (Φ28mm ポリエチレン製)
水面ブイロープ	水中ブイから水面ブイまで/水に沈む (Φ28mm ナイロン製)
標識灯(点滅灯)	ソーラータイプ(黄色)



(2) トンブロックタイプ

砂礫底に係留ブイのシンカー（鍾）として設置するタイプであり、ブロック自体が割れるリスクは大きくない。ただし、転倒した事例は報告されている。材料費は比較的安価であるものの設置にはクレーン付船舶等を手配する必要があり、ロープ岩礁固定タイプよりもコスト高である。ただし、港からクレーン車両で水面にブロックを降ろした後、エアリフター（重量物を浮力により持ち上げる機材）を用いてブロックを水面に浮かせ、漁船等に係留して設置場所まで曳航している事例もある。このようなクレーン付船舶を用いない代替策を用いれば設置費用が圧縮可能である。

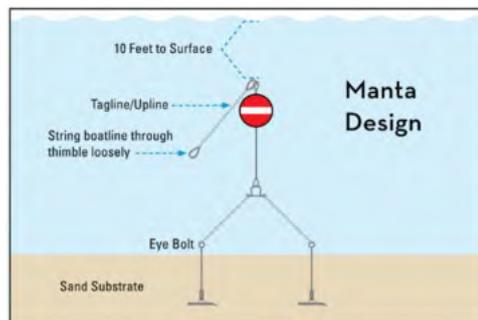
トンブロックは、直方体や立方体の安価な市販品が用いられているが、県の係留ブイモデル事業では、景観配慮と安定性確保の両立が期待されるブロックを試験的に設置した。護岸等でしばしば用いられている景観に配慮した自然石を埋め込んだ低平な被覆ブロック（以下、植石被覆ブロック）は、埋め込まれた自然石の凹凸により、海藻類や付着生物の新規加入の促進効果が期待され、通常の平滑的なブロックと比べて景観的に馴染みやすいと考えられる。また、最低限の吊り荷重と想定される 1t 吊クレーン付船舶を用いて、小型ブロック（0.5t タイプ）を砂底に 4 個据え付け、それらを連結して安定性を向上させた。サイズは、約 1m 四方・高さ 30cm であり、転倒リスクは小さいと考えられる。以下に、用いた植石被覆ブロックと設置状況を例示する。



図 4-4 植石被覆トンブロックの設置状況例（県・係留ブイモデル事業）

(3) アンカー埋設タイプ

砂礫底に係留ブイのシンカー（錘）として設置するタイプとして、海外では用いられている方法がある。可動式の「返し」のついた錘を砂底に埋設し、砂底内で「返し」を海底面と並行にすることで、引張力に対する安定性向上を期待したシンカーである。これは、国内では前例がほとんどない方法であるが、ロープを固縛する岩礁がないポイントにおいての活用が期待される。



出典) O'ahu Public Day-Use Mooring Guidebook, p.3 (ハワイ州, 2012)

係留ブイモデル事業では、この事例を参考にして、砂地用アンカーのストック部分を「返し」として活用し、砂底に埋設する方法で設置試験を行った。小型のコンプレッサーによる高圧水噴射機材（水流ジェットポンプ等）を用いて砂底を1m程度掘削し、アンカーストックを海底面に平行にした状態で丸ごと埋設した。砂底からロープだけが見えている状態であり、トンプロックに比べて景観的に配慮されていると考えられる。適応環境としては、砂面変動が小さい環境であれば埋設したアンカーが露出する可能性は小さいため、長期にわたり安定性が期待できる。しかし、台風等攪乱による砂面変動が大きい環境の場合、浸食によるアンカーが露出する可能性もあり、安定性が不確実といえる。以下に、設置状況を例示する。



砂地用アンカー (30kg)

使用機材

コンプレッサーにより高圧水流を噴射し、砂質を攪拌することでアンカーを埋設

設置後の状況

砂地用アンカーの埋設状況

25kg シンカーを取り付け重量増加

水流ジェットポンプ

図 4-5 アンカー埋設タイプの設置状況例(県・係留ブイモデル事業)

<参考> 植石被覆トンブロックタイプおよびアンカー埋設タイプの引張荷重について

砂地用の係留ブイとして試験設置した植石被覆ブロックタイプ、アンカー埋設タイプについて、他地域での参考となるよう、どの程度の引張荷重に耐えられるか、補足的なデータを取得した。調査結果は、以下のとおりである。

- ▶ 船舶の力で急激に引っ張ることは、シンカー(トンブロックやアンカー)への影響から避ける必要があったため、直接係留ロープに引張力をかけるのではなく、高耐久性の吊ベルトと、レバールック(手で引張力を徐々に強められる機材)を用いて、慎重に引張力をかけて荷重を計測。
- ▶ 船のビットの強度の範囲内での計測ではあるものの、通常係留時の5倍程度の引張荷重が掛かってもブロックおよびアンカーに変化はみられなかった。
- ▶ 本モデル地域でのマリンレジャー船舶は、船体長さ7~12m(20~30ft)で、重量1.5~5トン。

○トンブロックタイプ 設置地点

通常の係留時の引張荷重: 40~50kgf

最大の引張荷重(瞬間値): **250kgf (約5倍程度)**

○アンカー埋設タイプ 設置地点

通常の係留時の引張荷重 20~30kgf

計測された最大の引張荷重(瞬間値): **130kgf (約5倍程度)**



【荷重計測機器】
ロードセル F490A 携帯型
デジタルインジケータ
最大計測荷重 50kN(約 5tf)



5. 運用ルールの事例紹介

海面利用調整、安全面、環境配慮面など多面的な観点から、地域ごとの特色を整理し、事例紹介する。また、ルールづくりについては、以下の方向性で検討していくことが望ましい。

【望ましいルールづくりの方向性】

- 地域関係者(ダイビング等のマリレジャー事業者、漁協等)主導で、ルールづくりを行う。
また、観光関連団体や地方自治体のフォローアップも円滑な調整を図るうえで重要となる。
- その際、係留ブイ設置先行地域における有用性の高い方策を参考にさせていただく。

【地域のルールの事例】

■ 周辺の地域から来訪する事業者に対するルール検討

A. ダイビング事業者団体の加盟事業者しかブイを使用できないルール

- ・団体に所属していることを示す標識旗や、船舶名などでダイビング事業者団体の加盟事業者かどうかを事業者間で監視
- ・島外から来る船舶の利用エリアを設定し、利用調整している場合もある(ブイは利用禁止)

B. ダイビング事業者団体の未加盟事業者でもブイを利用できるルール

- ・優先は加盟事業者であるものの、ブイが空いていれば未加盟業者も使用可能
(アンカーリングされるよりはブイを使わせた方がよいとする考え、費用負担の公平性の問題)

■ 係留ブイの維持管理費用負担の仕組み

- ・係留ブイの設置、維持管理にかかる費用負担の仕組みの事例を以下に示す。
(環境保全協力金 等のしくみ)

A. ダイビング事業者団体と漁業協同組合の調整による受益者負担の仕組み

- 特徴の例) ・受益者(ダイビング客)から環境保全・水産振興等に資する協力金として定額を任意に徴収して基金化し、その一部を係留ブイの設置・維持管理費用に充てる仕組みがある。

B. 漁業者所有船舶による乗合船の仕組み

- 特徴の例) ・ボートダイビングの船長である漁業者に、ダイビング事業者経由で乗船料を支払っており、それらの費用を基に、ブイの管理主体である漁業者が維持管理を行っている。

【地域特性に応じた多様な利用ルールの整理】

■ブイのタイプ

宮古圏域や本部町では水中ブイが主体、慶良間諸島や恩納村、北谷町、伊江島では水面ブイが主体であった（一部、水中ブイもある）。また、過去の運用事例として、冬季に利用頻度の低いポイントのブイを一部取り外す運用が行われていた例もあった。

■設置主体、管理主体（費用負担）

宮古圏域や慶良間諸島、本部町、伊江島ではダイビング事業者団体が設置および管理主体であった。恩納村では漁業者が主体であり、北谷町では漁業協同組合が管理するものと個人の事業者が管理するものに分かれていた。

■利用ルール

宮古圏域や慶良間諸島、伊江島、北谷町ではダイビング事業者団体の加盟事業者のみ使用可能なルールであった。本部町では、優先権はダイビング事業者団体の加盟事業者にあるものの、地域外からの来訪を含む未加盟事業者の使用は明確には禁止されていなかった。恩納村では、漁業者が所有する船舶へ乗り合う形で実施するボートダイビングが基本であり、村内においても細かな地域ルールが設定されているようであった。

表 5-1 地域ごとのブイタイプや設置・管理者・利用ルールの整理

		宮古圏域(宮古・伊良部・下地・池間島、八重干瀬)	慶良間諸島(渡嘉敷・座間味・阿嘉・慶留間島)	本部町(瀬底島・水納島)	恩納村	伊江島	北谷町
ブイのタイプ	水面		トブロック、岩盤ロープ固定		岩盤ロープ固定、一部トブロックや土嚢	岩盤ロープ固定	トブロック、岩盤ロープ固定 ※ダイビングエリア標識の役割が主目的
	水中	岩盤ロープ固定	一部あり(岩盤ロープ固定等)	岩盤ロープ固定	岩盤ロープ固定	岩盤ロープ固定	トブロック
設置者(費用負担)		ダイビング事業者団体 ※一部、受益者	ダイビング事業者団体	ダイビング事業者団体	漁業者	主にダイビング事業者団体	トブロック等:漁協 ロープ:個人
管理者(費用負担)		ダイビング事業者団体 ※一部、受益者	ダイビング事業者団体	ダイビング事業者団体	漁業者	主にダイビング事業者団体	トブロック等:漁協 ロープ:個人
利用ルール	事業者団体加盟事業者のみ使用可	○	○			○	○
	事業者団体未加盟事業者も使用可			△ ※域外事業者の利用は禁止していない			
	漁業者の船舶への乗合い				○ ※村内地域ごとにルールあり		

6. 維持管理手法の事例紹介

海面利用調整、安全面、環境配慮面など多面的な観点について、地域による特色を整理し、事例紹介していく。

■ 季節による利用に合わせた一時撤去の管理

冬場にほとんど利用しないポイントのブイを一時撤去する。岩盤に固定した結び目だけ残し、ロープと水面ブイは取り外す(季節的な漁業形態に応じて冬の操業時にブイが影響する際の海面利用調整など)。

➡ 伊江島 ※過去の運用

■ 維持管理頻度や費用

設置場所の環境条件や利用状況にもよるが、1年で直ちに交換が必要になるような箇所は少ない。日々の利用の中で確認していき、劣化したもの(ロープ等)から順次交換していく方法が主流。ブイ設置数によるが、簡易的で比較的安価なロープタイプであれば、年間30~50万円程度を要する地域が多い。

また、受益者負担による環境保全協力金等の仕組みがある地域では、作業はマリンレジャー事業者が行い、要した資材費は、協力金の一部で賄う場合がある。

➡ 宮古圏域(宮古・下地・伊良部・池間・八重干瀬)など

■ 本試験での維持管理状況

試験利用期間は約5ヵ月間と短かったものの、維持管理が必要な事項として以下のような知見が得られた。

- 水中ブイ(水深4~5m)に結び付けている水面ブイ(係留用ブイ)は、航行船舶へのリスクを低減するために沈む材質のロープ(ビニロン等)にしている。しかし、ロープにゆとりを持たせて長くし過ぎると、潮位が下がったときに水中ブイの下側にロープが絡みやすくなる。その絡みが顕著になると満潮時にロープの長さが不足し、水面ブイが水没する恐れがあるため、維持管理時の確認と修繕が必要である。



- 標識灯を取り付けた水面ブイの維持管理では、目立つ色の標識旗の点検・交換や、夜間点滅灯(電池もしくはソーラータイプ)の点滅確認が必要。
- 水中ブイの設置水深の確認として以下を確認する。
 - ・ポイントごとに適切な水深帯が維持されているか。
 - ・ロープを結んで短くしていた部分が解けて水深が浅くなっていないか。



7. その他の検討、配慮すべき事項

7-1. 利用頻度による係留ブイの必要性

利用頻度によるブイ必要性の考え方を整理する。過剰利用されている利用頻度が高い地域やポイントと、そうでないポイントでは必要性や対応方法も異なると考えられる。

【必要性が高い場所】

利用頻度が高く、サンゴ被度も高いようなポイントでは、係留ブイ設置の必要性は高い。ただし、マリンレジャー事業者数や関係する漁業協同組合が多い地域の場合には、事前調整に時間を要することが想定される。したがって、必要性が高かったとしても実現性が高いわけではなく、時間をかけて慎重な調整が求められる地域もある。

【必要性が低い場所】

利用頻度が比較的に小さく、サンゴ被度も低いポイントでは、係留ブイ設置の必要性は相対的には低いと言える。もし係留ブイの設置が現状はできなかったとしても、サンゴ礁に配慮したアンカーリング方法を行うことによって保全効果を高められると考えられる。

【砂地や礫底の場所】

比較的にサンゴ被度が低いことが多いため、岩礁のポイントよりもサンゴへの影響は小さくなる。しかし、砂礫底に成育する枝状のサンゴ種などもあるため、そのような種が多い地点では岩盤と変わらず、影響は大きい。また、係留には砂礫用のアンカーが必要であり、モデル事業で試験した砂礫用タイプも活用する方法が有効である。

【その他の留意点】

波当たりが強かったり、潮流が速い場所では、高波浪時に係留ブイと岩盤を結ぶロープが切れたり岩盤ごと破損し、ブイが流失する恐れもある。そのような場所は、ロープや固縛した岩盤の維持管理を念入りに行う必要がある。また、比較的に静穏な時期にのみ期間限定で設置する方法もある。

7-2. サンゴ礁に配慮したアンカーリング方法

「西表島エコツーリズム推進全体構想」では、竹富町ダイビング組合の自主ルールを基にして、可能な限りサンゴ礁へのダメージを与えないようなアンカーリングに関するルールが規定・推奨されている。特筆すべき事項として、アンカーの根本に鎖をつけることの禁止（鎖の重みでサンゴや生物を傷つけないようにするため）や、砂礫底における専用アンカー（ダウンホースアンカー等）の使用禁止（底生動物などへの影響に配慮）についてもルールに入っている。

次頁に、当該ルールの抜粋を掲示する。

＜西表島エコツーリズム推進全体構想より抜粋 p.45＞ 海域エリア利用ルール(アンカーリング)

1. アンカーリングをするときには、水中環境へのダメージを最小限に抑える努力を怠ってはならない。
2. アンカーを落とす前に、海底を船上から目視するか、船長以外のスタッフがいる場合にはアンカー要員として先にエントリーさせるなど、可能な限りサンゴ等の生物にダメージを与えない方法で、適切な場所を選んで行う。ただし、釣り船などが水底を目視確認できないような深い場所へアンカーリングをする場合は、この限りではない。
3. サンゴの上にアンカーを放り投げたり、アンカーを落としてから海底を引きずってかけるような行為はしない。
4. 使用するアンカー上部には、必ず引き上げ用の補助ロープをつける。ただし、深い場所で使用するアンカーはこの限りではないが、環境に負荷をかけない策を講じること。
5. アンカーの根元に鎖をつけることを禁止する。(鎖の重みでサンゴや生物を傷つける恐れがある)
6. アンカーを外すときは、船の動力で無理に引っ張るような外し方をしない。船を動かす前に外し易いようにしておき、風下から船をゆっくり前進させ、アンカーの真上を過ぎたところで引き上げ用の補助ロープで外すようにする。
7. サンゴ礁域においては、ダウンホースアンカー※の使用を禁止する。

※ダウンホースアンカー：砂地用アンカーの代表例

7-3. 共通課題の提示

特に共通項のある課題については明確化して発信することも重要と考えられる。係留ブイの利用ルールや、関係者調整にかかる共通した課題については、次のとおり整理した。

・ダイビング事業者団体に未加盟の事業者に対して、利用ルールに関するガバナンスを十分に図ることができない。

例) ・漁協と調整していない箇所へのブイの自主設置

・地域においてダイビング事業者団体の加盟事業者数が少ない場合、漁業協同組合や近隣地域のダイビング事業者団体等との調整がつきにくい。話し合いの場をつくれな

【対応策の例】 事業者団体・未加盟事業者の割合が多い地域では、加盟するメリットを提示し、団体への加盟を促す。

・利用が多いダイビングポイントの更なる過剰利用への対応

例) ハイシーズンや、季節風により利用ポイントが限定された場合、1つのポイントを訪れる船舶が飽和状態になり、ブイが不足する恐れがある。

【対応策の例】 ブイの追加設置、もしくは一度に利用できる最大隻数を設定し、その運用に関するガバナンスを確保する。

・ダイビング以外のマリレジャーとの利用調整

例) カヤックや水上バイクで浅瀬に入るとのスノーケルなどは通常のダイビング船との利用形態が異なることから、適正なアンカーリング方法も異なる。

【対応策の例】 各業態のまとめ役となり得る事業者と意見交換し、適正な利用方法を調整する。

・ダイビングポイント適地の変遷による漁業協同組合とのブイ新設の調整

例) 白化現象等の大きなかく乱に伴うサンゴの盛衰により、ダイビングポイントの適地(サンゴの多い箇所)が変わるため、新規のポイントにブイを設置するための調整が必要となる。

サンゴ礁保全活動プログラムシリーズ①

持続可能なマリンレジャーのための事例集

2025 年度版

令和 8 年 3 月 発行

沖縄県環境部自然保護課

〒900-8570 沖縄県那覇市泉崎 1-2-2

Tel : 098-866-2243

Email : aa039004@pref.okinawa.lg.jp

請 負

一般財団法人沖縄県環境科学センター