

メキシコ国

メキシコ国
シェルナースを用いた
持続可能な漁業に係る案件化調査

業務完了報告書



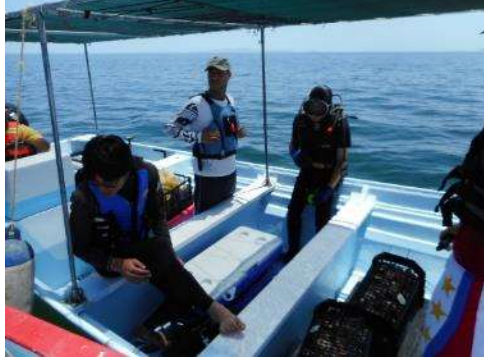





平成 30 年 3 月
(2018 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

海洋建設株式会社

国内
JR(先)
18-019

写真

	
<p>在メキシコシティー関係機関との協議</p>	<p>南バハカリフォルニア州政府との協議</p>
	
<p>貝藻くんの沈設準備</p>	<p>貝藻くんの沈設状況</p>
	
<p>貝藻くんの引き揚げ作業の状況</p>	<p>貝藻くん内にいた生物の同定作業の状況</p>
	
<p>貝藻くん内から見つかった絶滅危惧種</p>	<p>貝藻くん内から見つかった絶滅危惧種</p>

目次

写真	i
目次	ii
図表リスト	iii
略語表	iv
要約	v
要約	v
ポンチ絵（和文）	ix
はじめに	x
調査名	x
調査の背景	x
調査の目的	x
調査対象国・地域	x
調査期間、調査工程	xi
調査団員構成	xi
第1章 対象国・地域の開発課題	1
1-1 対象国・地域の開発課題	1
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	2
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	2
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	3
第2章 提案企業、製品・技術	5
2-1 提案企業の概要	5
2-2 提案製品・技術の概要	5
2-3 提案製品・技術の現地適合性	5
2-4 開発課題解決貢献可能性	14
第3章 ODA 案件化	18
3-1 ODA 案件化概要	18
3-2 ODA 案件内容	18
3-3 C/P 候補機関組織・協議状況	25
3-4 他 ODA 事業との連携可能性	25
3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策	26
3-6 環境社会配慮等	26
3-7 期待される開発効果	44
3-8 その他、メキシコ以外の国における ODA 案件化概要	47
第4章 ビジネス展開計画	48
4-1 ビジネス展開計画概要	48
4-2 市場分析	48
4-3 バリューチェーン	49
4-4 進出形態とパートナー候補	49
4-5 収支計画	49
4-6 想定される課題・リスクと対応策	49
4-7 期待される開発効果	49
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	50
Summary	51
別添資料	56
面会者リスト	56

図表リスト

図 1 : メキシコの地図.....	x
図 2 : BCS 州の漁獲量推移.....	1
図 3 : BCS 州漁獲量内訳.....	1
図 4 : 貝藻くん沈設サイトの地図.....	6
表 1 : レッドリストのレベル.....	12
図 5 : カリフォルニア湾に面した 4 州の地図.....	14
表 2 : BCS 州における貝殻重量.....	14
表 3 : バハカリフォルニア州における貝殻重量.....	15
表 4 : ソノラ州における貝殻重量.....	15
表 5 : シナロア州における貝殻重量.....	15
図 6 : 上部から見たシェルナース及び貝殻ケースの配置イメージ.....	16
図 7 : シェルナースと貝殻ケースの配置断面のイメージ.....	16
図 8 : シェルナースと貝殻ケースのイメージ.....	16
表 6 : ODA 案件展開計画.....	18
図 9 : 成果 1 の実証体制図.....	20
図 10 : シェルナースの概要.....	21
図 11 : 実施体制図.....	22
表 7 : 実施スケジュール.....	22
図 12 : 普及・実証事業におけるシェルナース沈設サイト.....	27
表 8 : 事業工程と環境社会配慮の範囲.....	27
図 13 : 事業工程と環境社会配慮の範囲.....	28
図 14 : ラパス周辺の海洋保護区 (①～⑥)、ラムサール条約登録地.....	29
図 15 : 商業的重要魚種.....	30
図 16 : Fisheries refuge 位置図.....	30
表 9 : BCS 州人口内訳と推移.....	30
図 17 : BCS 州人口内訳と推移.....	30
表 10 : 騒音に関する上限値.....	32
図 18 : SEMARNAT 組織概要図.....	33
図 19 : EIA 許可申請・承認手続きフロー.....	34
表 11 : 代替案比較.....	35
表 12 : 環境社会配慮におけるスコーピング案.....	36
表 13 : 環境社会配慮調査の TOR.....	37
表 14 : 環境社会配慮調査の結果.....	37
表 15 : 調査結果に基づく環境影響評価.....	38
表 16 : 緩和策及び緩和策実施のための費用.....	39
表 17 : モニタリング計画.....	40
表 18 : 環境チェックリスト.....	41
図 20 : 現地でのビジネスモデルの仕組み.....	48

略語表

AMEXCID	Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (メキシコ国際開発協力庁)
BC	Baja California (バハカリフォルニア)
BCS	Baja California Sur (南バハカリフォルニア)
CONAPESCA	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (国立養殖・漁業委員会)
COP	Conference of the Parties (締約国会議)
FDM	Federación Dos Mares (ドスマレス漁業連合)
FZC	Federación Zona Centro (ゾナセントロ漁業連合)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
FFP	Fostering Fishing Permit (指定漁業者操業許可)
IDB	Inter-American Development Bank (米州開発銀行)
INAPESCA	Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura (国立漁業・養殖研究所)
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (国際自然保護連合)
JMPP	Japan Mexico Partnership Program (日本メキシコ・パートナーシップ・プログラム)
MIF	Multilateral Investment Fund (多国間投資基金)
M/M	Minutes of Meeting (協議議事録)
MOU	Memorandum of Understanding (覚書)
NOS	Noroeste Sustentable (持続可能な北西部)
ODA	Official Development Assistance (政府開発援助)
PDM	Project Design Matrix (プロジェクト・デザイン・マトリックス)
ROC	Red de Observadores Ciudadanus (市民監視ネットワーク)
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (農業・畜産・地方開発・漁業・食料省)
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム)
SEMARAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturale (環境・天然資源省)
UABCS	Universidad Autónoma de Baja California Sur (南バハカリフォルニア自治大学)

要約

要約

1. 対象国・地域の開発課題

メキシコ国内で漁獲される全漁獲量の約 44%はカリフォルニア湾で漁獲されたものであるが、南バハカリフォルニア（BCS）州は、ソノラ州、シナロア州と並ぶ三大漁業生産地の一つである。しかし BCS 州では、過去 20 年に亘り水産業を振興してきた結果、三大生産地の中でも漁業資源（イワシ、スズキ、ハタ、ブリ、タイ等）の減少が著しく、漁獲量は 2008 年の 17.5 万 t から 13.6 万 t に落ち込んだ後、2015 年まで約 14 万 t で推移している。近年の漁獲量は、2008 年比で約 20%の減少となっており、その割合は三大生産地の中で最大である。

またその結果、BCS 州の漁業経済も悪化している。本案件化調査の対象サイトである BCS 州ラパスのラパス湾にて漁業活動を行うドスマレス漁業連合（FDM）によると、漁業者 1 人当たりの月収が約 2 万ペソ（2012 年）から約 1 万ペソ（2016 年）へと半減している。特に BCS 州においては、漁獲量の約 85%が零細漁民によるものであり（ソノラ州では約 15%、シナロア州では約 18%）、漁業経済の悪化、漁業収入の減少は、ソノラ州、シナロア州に比し深刻である。

加えて、JICA「民間企業の製品・技術の活用が期待される開発課題」で指摘されているように、BCS 州では採貝漁業も盛んなことから貝殻が累積的に増加している。とりわけ BCS 州の状況は、イワシ、イカ、エビ漁が主であるソノラ州、シナロア州以上に深刻なものとなっている。

更に、カリフォルニア湾においては知られているだけで 911 種の海洋生物が存在するが、そのうちの 82 種は絶滅の危機に瀕している。BCS 州ラパス周辺海域には、それら絶滅危惧種を含む 823 種の存在が確認されている。

こうした開発課題についての対応は、メキシコ政府の国家開発計画やセクター政策、BCS 州政府の開発計画で言及されており、これら計画や政策を踏まえた我が国の対メキシコ合衆国国別援助方針でも、それら開発課題への対応に注力する旨が言及されている。また、生物多様性条約第 12 回締約国会議（COP12）にて、COP10 において合意された「愛知目標」の達成には追加的な行動が必要であると評価されたことから、我が国は、国際的な枠組みに参加することに加え、JICA を通じた二国間協力にこれまで以上に取り組む方針を発表し、JICA は「自然環境保全分野事業戦略 2015-2020」を策定し、生物多様性の保全に向けた取り組みの強化が図られている。

2. 提案企業、製品・技術

海洋建設株式会社（以下、「海洋建設㈱」という）は、人工魚礁（シェルナース）開発、魚礁漁場調査、水圏環境調査等を事業概要とする岡山県倉敷市にある企業であり、シェルナースについては、これまでに日本で 12,000 基以上を沈設してきた実績がある。

シェルナースは、「貝殻を再利用した人工魚礁」であり、1) 貝殻を充填した基質と、2) 対象魚種に合わせて基質を配置するための構造物からなる。シェルナースの特長は、剥き身後に残る貝殻を廃棄物としてではなく資源として扱い人工魚礁に再利用することで廃棄物の低減を図れる点、基質を漁業者（高齢者や女性等）に製作してもらうことで漁業者及び漁業関係者の収入増加を図れる点、シェルナースを沈設することで生態機能の向上を図れる点である。また、同技術はローテクであり、沈設後は一切維持管理が不要な点も挙げられる。

また、シェルナースには多種多様な微生物や小型海洋生物が生息し、これらを底辺とした生態系ピラミッドが新たに形成され、生物多様性の保全が図られる。日本においても、シェルナースの中でヒメエガイ等、環境省のレッドリストカテゴリーにて「絶滅危惧Ⅰ類（絶滅の危機に瀕している種類）」に分類される種が見つかる等、生物多様性の保全に貢献している。

こうしたシェルナースの特長を踏まえ、日本と同様にメキシコにおいてもシェルナースを活用することができるのかどうか現地適合性を検証するために、本案件化調査にて小型シェルナース（貝藻くん）をカリフォルニア湾ラパス近海に一定期間沈設し、貝藻くんの中から見つかる微生物や小型海洋生物の同定分析を行った。そしてその結果、貝藻くんの中から見つかる生物の種や数等に、日本とメキシコで大きな違いはないことが判明した。そのため日本での経験から言えることとしては、上記同定分析で明らかになった餌生物は、カリフォルニア湾で減少していると言われるイワシ、スズキ、ハタ、ブリ、タイ等の魚が好むものであることから、ラパス近海に大型のシェルナースを沈設することで、それらの増加が期待される。

また、国際自然保護連合（IUCN）の種の保存委員会が提供する「絶滅の恐れのある生物種のレッドリスト（通称：レッドリスト）」は、絶滅する危惧のある種を7つのレベルに分け、種の保存を求めているが、上記同定分析から、「軽度懸念」として指定されている種が、10 種発見された。シェルナースの沈設による種の保全が期待される。

3. ODA 案件化

ODA 案件の一つとして普及・実証事業がある。普及・実証事業では、BCS 州のカリフォルニア湾で陸揚げされる貝殻をシェルナース基質に充填することで、貝殻廃棄物の堆積を減らすことを図る。計画としては、シェルナース 1 基当たり約 0.6 トンの貝殻を再利用し、合計で 5 基を沈設する計画であることから、合計で約 3 トンの貝殻廃棄物を再利用することができると思う。そしてそれら貝殻廃棄物を充填したシェルナースをカリフォルニア湾内のラパス湾に沈設するが、生態系機能向上効果については、同事業期間を通じて検証していく計画である。現時点においてそれら効果の説明は困難であるものの、ラパス湾で漁業を行っている FDM 及びゾナセントロ漁業連合 (FZC) が増産の関心を持っている魚種は日本と同様の魚種 (スズキ、ハタ、タイ、タコ、ロブスター) であり、日本での経験に基づくと、貝殻の餌料供給量は他の素材 (コンクリート) の 2 倍以上になると考えられることから、それら魚種の生産性向上効果は高いであろうと思われる。普及・実証事業では、ラパスに里海協議会を創設し、里海計画を作成する計画であり、その成果を、カリフォルニア湾に面し、程度の差こそあれ同様の問題を抱えている他の 3 州 (BC 州、ソノラ州、シナロア州) と共有することで、それら 3 州へ普及させるための道筋を立てる。そして、カリフォルニア湾全体での貝殻廃棄物の減少及び生態系機能の向上を図る。

普及・実証事業の実施機関は国立漁業・養殖研究所 (INAPESCA) を想定し、普及・実証事業の運営及び当該事業実施後の機材の運用・維持管理は INAPESCA-BCS 州支所を想定している。事業期間は 2019 年 1 月からの約 3 年間で、事業費は 1 億円を想定している。

また、普及・実証事業実施期間中に、里海計画作成に係る能力定着及び生態系機能向上活動の広域化を図る技術協力プロジェクト、カリブ地域諸国等を対象とした第三国研修、更には米州開発銀行 (IDB) の多国間投資基金 (MIF) を使ったプロジェクトについても、検討を行う。

なお、メキシコの法律では、種の保存を脅かす或いは生態系に危害を加える可能性のある漁業、養殖業及び農業活動に関しては、原則、環境影響評価 (EIA) が必要となっている。但し、INAPESCA をカウンターパート機関とする普及・実証事業にて、シェルナースによる自然・社会環境への負の影響が認められないことが判明した場合或いは正の影響が負の影響を大きく上回ることが判明した場合には、環境・天然資源省 (SEMARNAT) の判断でシェルナースの沈設に当たっては EIA を不要とするということも検討するとされており、その後の扱いについては上記判断によるところとなる。

4. ビジネス展開計画

上述のとおりシェルナースは、1) 貝殻を充填した基質と、2) 対象魚種に合わせて基質を配置するための構造物からなる。基質に充填する貝殻は、メキシコのカリフォルニア湾から陸揚げされたものでないと、カリフォルニア湾の生態系を脅かすことに繋がる。また、その貝殻を充填する基質は、メキシコで製作しない限りメキシコの漁業者及び漁業関係者（特に高齢者や女性等）に対して収入増加の便益をもたらさないため、貝殻基質は現地メキシコで製作する。なお、貝殻基質の製作に当たっては、現地の建設会社が貝殻を充填するためのメッシュパイプを漁業関係者（特に高齢者や女性等）に提供し、同関係者がその提供されたメッシュパイプの中に貝殻を充填していく。

貝殻基質を格納するための構造物の組み立ては、特段高度な技術は要さないため、メキシコで組み立てることで、現地の建設会社の売上増加、雇用創出に繋がるようにする。海洋建設㈱としては、シェルナースのパーツを現地の建設会社に輸出販売することで、売上を立てることを考えている。

普及・実証事業実施後に関しては、同事業で作成する里海計画に基づいて、INAPESCA/CONAPESCAが主導するかたちでBCS州全体においてシェルナースの沈設を計画的に行っていく。また、INAPESCAの里海計画作成・実施に係る能力の定着化及び生態系機能向上の広域化を図る技術協力プロジェクトを実施することにより、カリフォルニア湾に面した他の3州へ展開していく。

更にはメキシコにはカリフォルニア湾沿いの4州以外にも、海洋に面した州が16州あるが、そのなかでもメキシコ湾に面した5州（タマウリパス州、ベラクルス州、タバスコ州、カンペチェ州及びユカタン州）については、カリフォルニア湾に面した4州と状況が似ていることから、カリフォルニア湾の次は、メキシコ湾でシェルナースの普及を図る。

メキシコ国 シェルナースを用いた持続可能な漁業に係る案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：海洋建設株式会社
- 提案企業所在地：岡山県倉敷市
- サイト・C/P機関：南バハカリフォルニア(BCS)州ラパス・BCS州政府



シェルナース

メキシコ国の開発課題

BCS州は、水産業の三大生産地の一つであるが、過去20年に亘り振興してきた結果、三大生産地のなかでも漁業資源の減少が著しく、その結果漁業経済の悪化も著しい状況となっている。また剥き身後に残る貝殻の堆積も深刻な状況となっている。

中小企業の技術・製品

シェルナースは、剥き身後に残る貝殻を再利用した人工魚礁であり、海洋生物の生態系機能向上効果に優れている。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

【提案するODA事業】 普及・実証事業

【期待される効果】 ①シェルナースを沈設することによる漁業資源の回復、②シェルナースを製作することによる、また生態系機能の向上効果による漁業者収入・雇用の増加・創出、③剥き身後に残る貝殻をシェルナースに再利用することによる堆積した貝殻の減少。並びに、生物多様性の保全。

日本の中小企業のビジネス展開

海洋建設(株)は、BCS州で実証を行い、他の水産業が盛んな州に普及を図る。また将来においては、メキシコでの普及を足掛かりに、近隣の中米諸国等への普及を図る。

はじめに

調査名

メキシコ国 シェルナースを用いた持続可能な漁業に係る案件化調査

調査の背景

近年、国内市場が縮小傾向にある中で、海洋建設㈱はここ5年間、5～6億円の売上を維持することができているが、今後も同規模の売上を維持していくことは困難な状況になりつつある。他方で、国外に目を移した時、日本と同様に帆立や牡蠣を食べ、輸出用に加工をしている国が多くあり、どの国でもその副産物として出てきてしまう剥き身後の貝殻の取り扱いに困っていることを知るようになった。海外では、そうした貝殻廃棄物をすぐに焼却処理しようとするが、日本ではまず3R（貝殻の場合、特にリユース）を推進し、それでもどうしても処理しきれない分だけを焼却処理するという環境に配慮した施策を行っている。海洋建設㈱の位置する瀬戸内は、牡蠣の一大生産地であり、正にそうした施策を実践してきた先進地である。また人が海に手を加えることで、生物生産性と生物多様性を高める「里海」という日本固有の概念は、近年海外でも賛同を得るようになってきており、貝殻廃棄物を使った人工魚礁作りは里海の具体的な行動の一つとして紹介され、海洋建設㈱では国内外の視察も積極的に受け入れている。国内の売上を維持できている今のうちに、海洋建設㈱としては貝殻廃棄物を再利用した人工魚礁（シェルナース）の新たな市場を海外に確保すると同時に、3Rの推進及び里海のも概念をも伝えることで売上拡大と文化協力にも貢献したいと考えている。

調査の目的

BCS州における漁業資源の減少、漁業経済の悪化及び堆積する貝殻廃棄物に対してシェルナースを活用することで、漁業資源の生産性向上、漁業経済の支援及び堆積する貝殻廃棄物の再利用を目指す。

調査対象国・地域

メキシコ国 BCS州ラパス



図1：メキシコの地図

調査期間、調査工程

本案件化調査の履行期間は、2017年4月14日～2018年5月31日（但し、業務完了報告書の提出期限は2018年3月31日）である。調査工程については、以下の通りである。

【第1回現地調査（2017年7月2日～7月16日）】

- ①メキシコ側関係者（メキシコ国際開発協力庁（AMEXCID）、農業・畜産・地方開発・漁業・食料省（SAGARPA）、国立養殖・漁業委員会（CONAPESCA）、国立漁業・養殖研究所（INAPESCA）、環境・天然資源省（SEMARNAT）、BCS州政府、南バハカリフォルニア自治大学（UABCS）、ドスマレス漁業連合（FDM）、ゾナセントロ漁業連合（FZC）等）との協議
- ②業務完了報告書の作成に必要な情報の収集
- ③貝藻くん4基の沈設サイト2箇所の検討及び沈設

【第2回現地調査（2017年10月1日～10月15日）】

- ①業務完了報告書の作成に必要な情報の収集
- ②貝藻くん2基の引き上げ及び同定分析

【第3回現地調査（2018年1月21日～2月4日）】

- ①業務完了報告書の完成に必要な情報の収集
- ②貝藻くん1基の引き上げ及び同定分析
- ③第2回現地調査の同定分析結果を踏まえた生物多様性保全に係る考察
- ④普及・実証事業実施に向けたINAPESCAとの協議議事録（M/M）の精査

調査団員構成

本案件化調査の団員及びその役割は以下の通りである。

企業	団員及びその役割
提案企業	
海洋建設(株)	片山真基（業務主任者）、片山敬一（シェルナースの据付・検討）、青山智（生物）、井上弘之（設計）
外部人材	
Value Frontier(株)	石森康一郎（チーフアドバイザー）、梅原由美子（開発課題分析）、南原隆之介（環境社会配慮、その他補佐）
OAFIC(株)	石谷論（ODA案件化の具体的提案）
NPO 法人里海づくり研究会議	松田治（生物多様性考察）

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国・地域の開発課題

メキシコ国内で漁獲される全漁獲量の約44%はカリフォルニア湾で漁獲されたものであるが、BCS州はソノラ州、シナロア州と並ぶ三大漁業生産地の一つである。しかしBCS州では、過去20年に亘り水産業を振興してきた結果、三大生産地の中でも漁業資源（イワシ、スズキ、ハタ、ブリ、タイ等）の減少が著しく、漁獲量は2008年の17.5万tから13.6万tに落ち込んだ後、2015年まで約14万tで推移している。近年の漁獲量は2008年比で約20%の減少となっており、その割合は三大生産地の中で最大である。

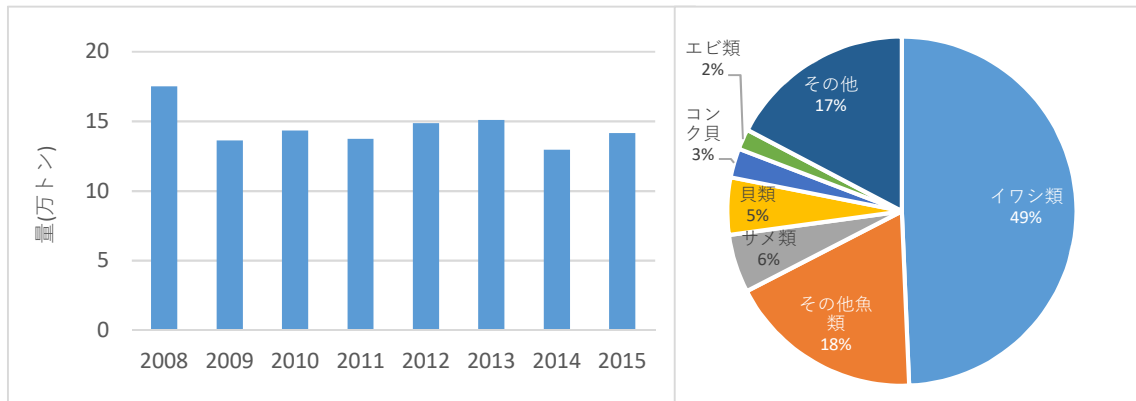


図2：BCS州の漁獲量推移

図3：2015年BCS州の漁獲量内訳

出典：BCS州政府「Infomacion estratégica 2017」を基に作成

またその結果、BCS州の漁業経済も悪化している。本案件化調査の対象サイトであるBCS州ラパスのラパス湾にて漁業活動を行うFDMによると、漁業者1人当たりの月収が約2万ペソ（2012年）から約1万ペソ（2016年）へと半減している。特にBCS州においては、漁獲量の約85%が零細漁民によるものであり（ソノラ州では約15%、シナロア州では約18%）、漁業経済の悪化、漁業収入の減少は、ソノラ州、シナロア州に比し深刻である。

加えて、JICA「民間企業の製品・技術の活用が期待される開発課題」で指摘されているように、BCS州では採貝漁業も盛んなことから貝殻が累積的に増加している。とりわけBCS州の状況は、イワシ、イカ、エビ漁が主であるソノラ州、シナロア州以上に深刻なものとなっている。

更に、カリフォルニア湾においては知られているだけで911種の海洋生物が存在するが、そのうちの82種は絶滅の危機に瀕しており、BCS州ラパス周辺海域には、それら絶滅危惧種を含む823種の存在が確認されている。

シェルナースは、貝殻を再利用した人工魚礁であるため、現地で堆積する貝殻廃棄物の

低減に貢献するとともに、漁業資源の生産性を向上させる効果があることから、漁業資源の回復、ひいては漁業経済の改善に貢献する。またシェルナースは、日本において実証しているように、生態系の多様性維持にも貢献することから、生物多様性の保全という意味でもその意義は大きい。

1 - 2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

メキシコ政府は「国家開発計画 2013-2018」にて、5 大国家目標の一つとして「繁栄国家」の実現を掲げ、中目標として「天然資源の保全を進めながらも、国民の富みや雇用も創出するグリーンでインクルーシブな成長」を目指している。そしてその達成手段として「持続可能な漁業の実践」及び「地域・国際協力プロジェクトの推進」を掲げている。

また上記国家開発計画に基づいた SAGARPA の「農林水産セクター政策 2013-2018」では、「2012 年の年間水産生産量約 168 万トン を 2018 年には 189 万トンにまで増やす目標」を掲げる一方で、「次世代に悪影響を及ぼすことのない持続可能な漁業の開発を最重要課題」として位置付けている。

同様に SEMARNAT の「環境政策 2013-2018」では、生物多様性に富むメキシコが生物多様性保全の取り組みにおけるリーダーであるとの自負から、中目標として「生物多様性の保全及び再生」を掲げ、その達成手段として「生物多様性と生態系管理スキームの強化、多様なセクターとの生物多様性の保全に係る戦略の実施と調査の推進」を掲げている。

加えて BCS 州政府の「BCS 州開発計画 2015-2021」では、目標として「漁業を含む多様で持続可能な経済分野において先進的な州になること」を掲げ、その達成手段として「漁業インフラ分野への投資増加」及び「同インフラの近代化、拡大」を掲げている。

1 - 3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

メキシコ政府の「国家開発計画 2013-2018」を踏まえ、我が国の「対メキシコ合衆国国別援助方針」でも援助の基本方針（大目標）として包摂国家の実現に向けた「持続的成長への支援」を掲げ、「経済発展の恩恵を享受しにくいとされる企業や産業の振興」に寄与する支援を行うとしている。具体的には、重点分野（中目標）として、「経済成長のみならず、雇用創出の観点から中小企業への支援」を行い、「産学官の連携等、様々なアプローチから総合的な産業振興」に取り組むとしている。本案件化調査で提案するシェルナースは、中小企業以上に経済発展の恩恵を享受しにくい漁業関係者（特に高齢者や女性等）に対して、シェルナースの製作過程における収入の増加或いは雇用の創出をもたらすこと、そしてシェルナースを沈設することで漁業資源の生産性の向上が期待され、持続可能な漁業（持続的成長）に繋がる考えられることから、上記基本方針及び重点分野に合致していると考え

る。また、もう一つの基本方針（大目標）として、「日本メキシコ・パートナーシップ・プログラム（JMPP）を通して中南米地域全体の発展に資する支援」を行っていくとある。具体的には、重点分野（中目標）として、「環境等の分野で中南米諸国のニーズに対応した効果的な協力」を実施するとしている。本案件化調査後に実施予定の普及・実証事業の後には、メキシコにて第三国研修を通じたシェルナースのカリブ地域諸国への普及や JMPP の実施を検討していることから、これら基本方針及び重点課題にも合致していると考ええる。

加えて、2014年10月に開催された生物多様性条約第12回締約国会議（COP12）では、2010年に愛知県名古屋市で開催された COP10 において合意された「愛知目標」の達成に向けた世界の取り組みについて議論され、進展はあるものの、目標達成には不十分であり、目標の達成には追加的な行動が必要であると評価されている。こうしたことを踏まえ、我が国は、国際的な枠組みに参加することに加え、JICA を通じた二国間協力にこれまで以上に取り組む方針を発表し、JICA は「自然環境保全分野事業戦略 2015-2020」を策定した。同戦略では、4つの戦略課題の一つとして、「保護区及びバッファゾーン管理を通じた生物多様性保全」を掲げ、「民間連携を含む全スキームを活用して、保全活動と生産活動の両立を図る」取り組みを促進することとしている。またそうした取り組みを行うに当たって、多くの国の中から具体的にメキシコを準重点国として取り上げている。本提案は、JICA が民間企業の海洋建設㈱と連携することで、メキシコにおける漁業資源の生産活動と保全活動の両立を図るシェルナースの ODA 案件化を図るものであり、上記戦略とも合致していると考ええる。また 2016年12月にメキシコ・カンクンにて開催された COP13 では、福利のための生物多様性の保全及び持続可能な利用の主流化に関するカンクン宣言が採択された。併せて農林水産業及び観光業における生物多様性の保全と持続可能な利用の主流化のためのガイダンスが策定され、1) 食料安全保障に寄与するため漁業関連計画に生態系アプローチを統合すること、2) 水産業の長期的な存続を確保するため漁業資源の保全及び持続可能な利用を図ること、3) 漁業コミュニティの生計、収入及び雇用を保護すること等の行動が必要であるとされた。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

本案件化調査と同じ BCS 州ラパスにて、2014年度から 2019年度の計画で、鳥取大学と東京海洋大学が共同で地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）「持続的食料生産のための乾燥地に適応した露地栽培結合型アクアポニックスの開発」を実施している。メキシコでは、急激な人口増加により食料需要が上昇しているが、灌漑農業用地下水の枯渇や、塩分の高い地下水の利用による土壌の劣化といった問題を抱えている。そこで本 SATREPS では、水の有効活用と土壌の塩類化防止の双方を実現すべく、一歩進んだア

クアポニックス（水産養殖と作物の水耕栽培を組み合わせた食料生産システム）の開発を行うこととし、具体的には、魚やエビを地下水で養殖し、その排水で塩分を吸収する特性をもつ作物を水耕栽培し、作物の栽培により低塩化した水で露地栽培を行うものである。但し、本 SATREPS では研究の一部として地下水での魚やエビの養殖を行っているものの、本案件化調査は海洋での漁業を対象としているため、相互が連携することによる直接的な相乗効果、或いは調査の重複等はない。

なお、本案件化調査に関連した他ドナーによる事業はない。

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

提案企業の概要については、以下の通りである。

1. 法人名	海洋建設株式会社
2. 代表者名	代表取締役社長 片山真基
3. 本社所在地	岡山県倉敷市大島一丁目6番12号
4. 設立年月日	1983年2月17日
5. 資本金	1,000万円
6. 従業員数	25名
7. 事業概要	人工魚礁（シェルナース）開発、魚礁漁場調査、水圏環境調査等

2-2 提案製品・技術の概要

シェルナースは、「貝殻廃棄物を再利用した人工魚礁」であり、1) 貝殻を充填した基質と、2) 対象魚種に合わせて基質を配置するための構造物からなる。シェルナースの特長は、剥き身後に残る貝殻を廃棄物としてではなく資源として扱い、シェルナースに再利用することで貝殻廃棄物の低減を図れる点、基質を漁業関係者（高齢者や女性等）に製作してもらうことで、漁業関係者の収入増加を図れる点、シェルナースを沈設することで漁業資源の生産性向上を図れる点である。また、同技術はローテクであり、沈設後は一切維持管理が不要な点も挙げられる。

シェルナースは餌生物（エビやカニ等）の最適な生息空間を創出し、自然の力で魚介類の餌生物を供給する餌場機能、安全な産卵場を提供する産卵場機能及び放流種苗や天然稚魚の隠れ場を提供する隠れ場機能に優れている。シェルナースには多種多様な微生物や小型海洋生物が生息し、これらを底辺とした生態系ピラミッドが新たに形成され生物多様性が向上する。日本においてもシェルナースの中でヒメエガイ等、環境省のレッドリストカテゴリーにて「絶滅危惧Ⅰ類（絶滅の危機に瀕している種類）」に分類される種が見つかる等、生物多様性の保全に貢献している。

2-3 提案製品・技術の現地適合性

本案件化調査では、カリフォルニア湾にどのような餌生物が生息しているかを検証するため、第1回現地調査期間中の2017年7月に、現地適合性調査の一環として小型のシェルナース（貝藻くん）4基をカリフォルニア湾のBCS州ラパス近郊の海域（下図のA地点と



貝殻基質の製作



基質を格納した構造物



沈設したシェルナースに群がる魚

B 地点) にそれぞれ 2 基ずつ沈設することとした。そして第 2 回現地調査期間中の 2017 年 10 月には上記 2 カ所からそれぞれ 1 基を引き上げ、貝藻くん内に生息する餌料動物の同定分析を行った。また第 3 回現地調査期間中の 2018 年 1 月には、A 地点から 1 基を引き上げ、同定分析を行ったものの、B 地点では季節風の影響等により海底の砂が巻き上がり、貝藻くんを覆い隠してしまっていたため見つけることができなかった。そのため、同定分析は行わなかった。

なお、沈設サイトの検討に当たっては、ラパス湾の南半分で漁業活動を行っている FDM と協議の上、以下 1) ~3) に配慮して検討を行い、A 地点と B 地点の 2 カ所を選定した。

- 1) 海洋保護区ではない所
- 2) 貝藻くんが流されないように流れが弱い所
- 3) 貝藻くんを見つけやすいよう深さが 5m 前後の所

最終的な貝藻くんの沈設サイト (A 地点と B 地点) の概要については、以下の通り。



図 4：貝藻くん沈設サイトの地図

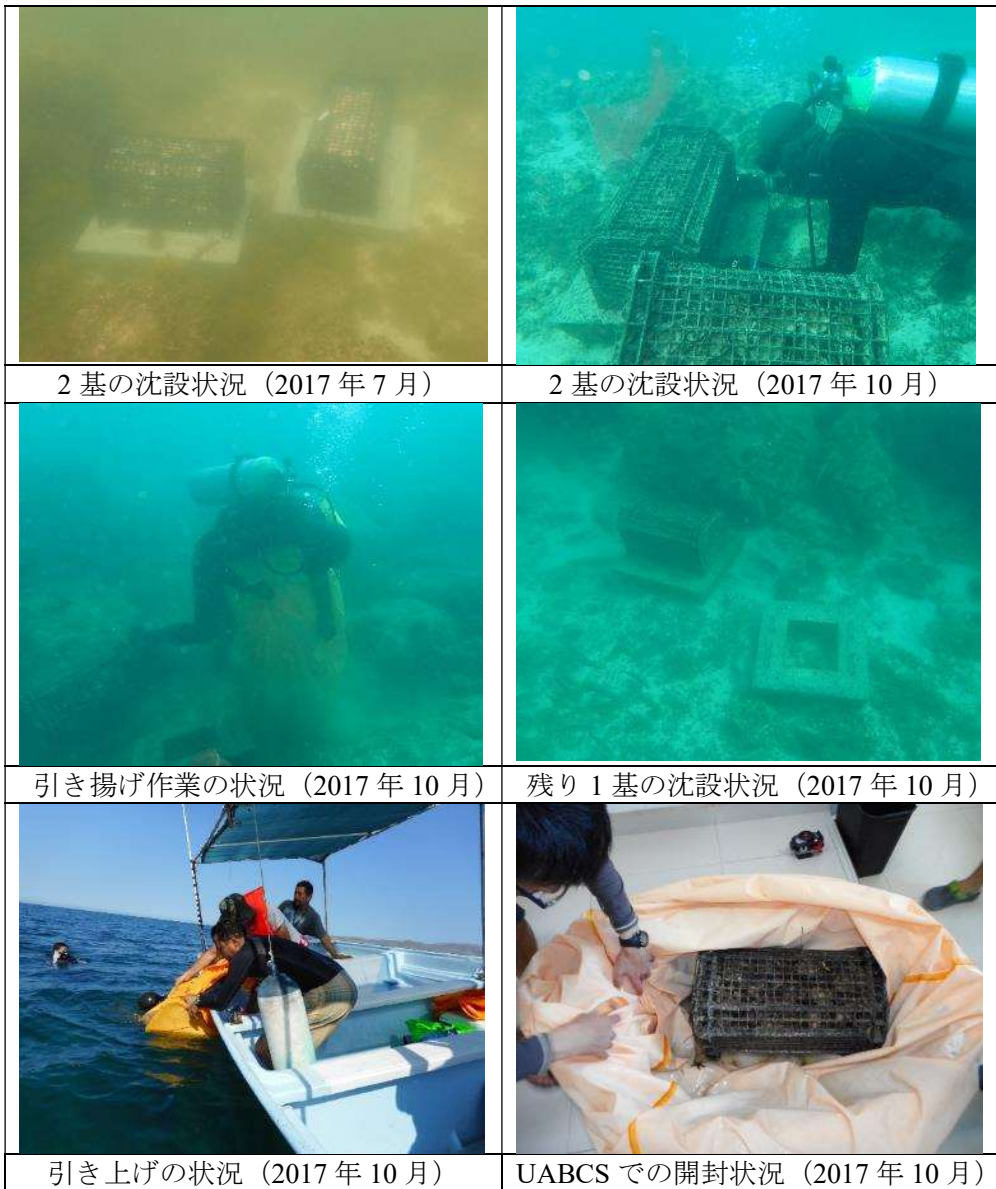
沈設サイト	GPS 位置情報	底質	水深
A 地点	緯度：24.35.6307°、経度：110.28.6231°	岩（ごろた石）	6m
B 地点	緯度：24.23.9471°、経度：110.57.9593°	砂	3m



2-3-1 第1回同定分析（2017年10月）

（1）A 地点の手順及び結果

同定分析に当たっては、以下の手順で2基中の1基を引き上げて行った。









貝藻くんの中には 980 枚の帆立の貝殻があり、その隙間等から発見された生物の種数を示す「種の豊かさ」は 95 種で、「個体数」は 2,234 個であった。主な生物としては、エビやカニ等の甲殻類が 839 個と突出して多く、コケムシ等の外肛動物が 468 個、ミミズ等の環形動物が 345 個、クラゲ等の刺胞動物が 342 個であった。

(2) B 地点の手順及び結果

同定分析に当たっては、以下の手順で 2 基中の 1 基を引き上げて行った。



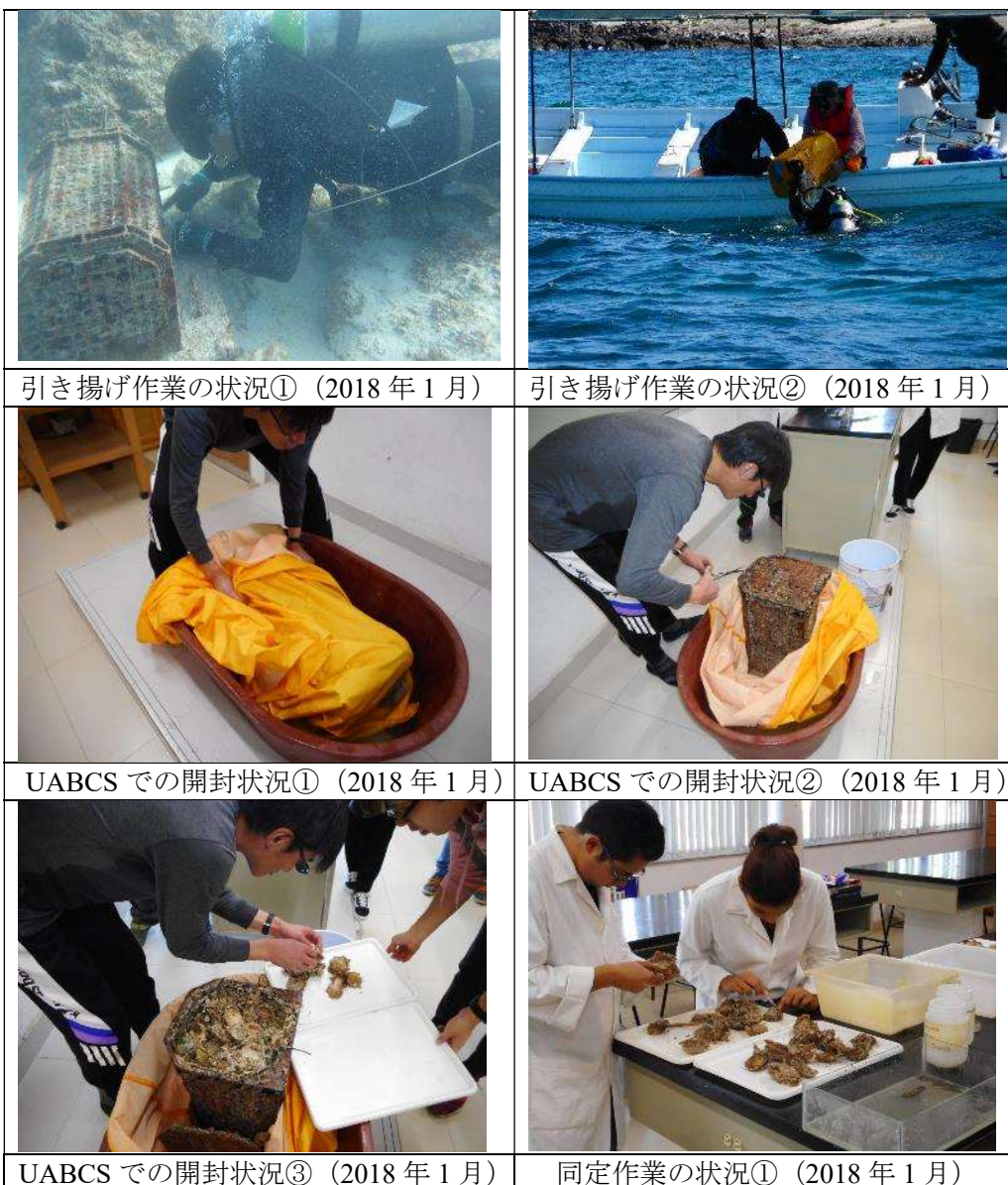
	
<p>2 基の沈設状況 (2017 年 10 月)</p>	<p>2 基の沈設状況 (2017 年 10 月)</p>
	
<p>袋詰め作業の状況 (2017 年 10 月)</p>	<p>引き上げ作業の状況 (2017 年 10 月)</p>
	
<p>同定作業の状況① (2017 年 10 月)</p>	<p>同定作業の状況② (2017 年 10 月)</p>
	
<p>貝藻くん内で見つかった生物① (2017 年 10 月)</p>	<p>貝藻くん内で見つかった生物② (2017 年 10 月)</p>

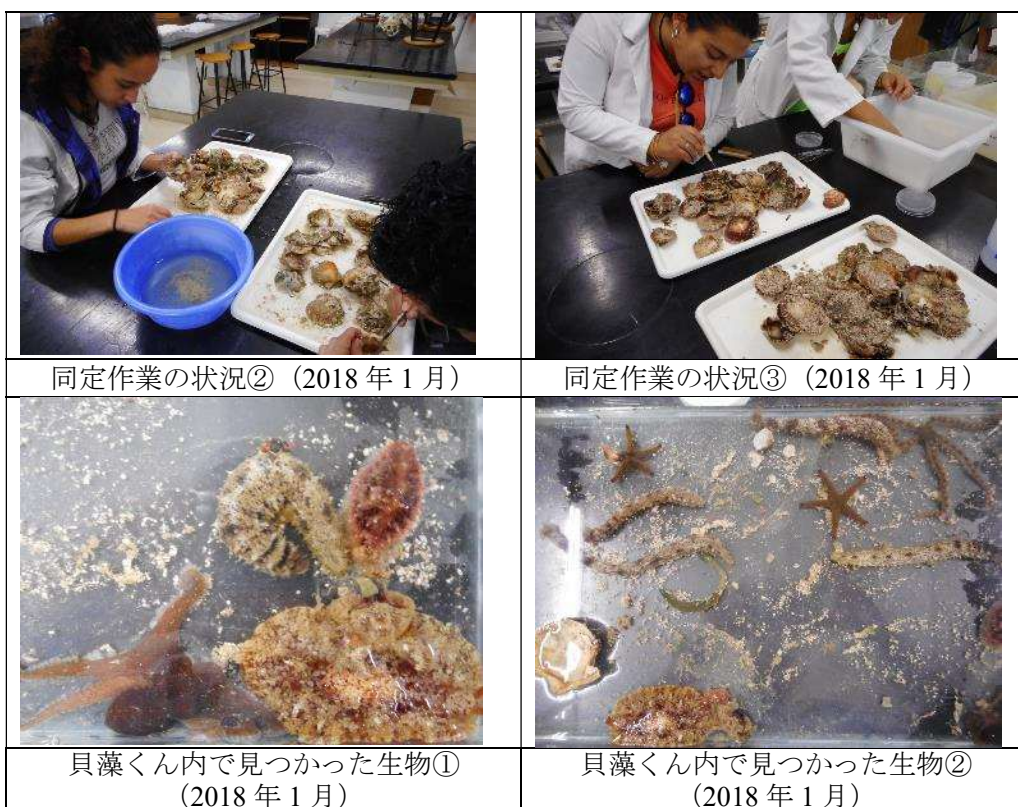
貝藻くんの中には 790 枚の帆立の貝殻があり、その隙間等から発見された生物の種数を示す「種の豊かさ」は 86 種で、「個体数」は 1,846 個であった。主な生物としては、概ね均等に、ミミズ等の環形動物が 489 個、コケムシ等の外肛動物が 384 個、イカやタコ等の軟体動物が 320 個、エビやカニ等の甲殻類が 315 個、クラゲ等の刺胞動物が 233 個であった。

2-3-2 第 2 回同定分析 (2018 年 1 月)

(1) A 地点の手順及び結果

同定分析に当たっては、以下の手順で残りの 1 基を引き上げて行った。





貝藻くんの中には 980 枚の帆立の貝殻があり、その隙間等から発見された生物の種数を示す「種の豊かさ」は 90 種で、「個体数」は 3,342 個であった。主な生物としては、エビやカニ等の甲殻類が 1,129 個と突出して多く、コケムシ等の外肛動物が 594 個、ミミズ等の環形動物が 345 個、クラゲ等の刺胞動物が 342 個であった。

(2) B 地点の手順及び結果

B 地点では季節風の影響等により海底の砂が巻き上がり、貝藻くんを覆い隠してしまっていたこと等の理由から見つけることができなかった。そのため、同定分析は行わなかった。

2-3-3 現地適合性検証の結果 (同定分析の横断的分析の結果)

第 1 回分析の結果から、A 地点、B 地点ともに生物の種や数等に大きな違いはなく、かつ日本でのケースと似ていることが判明した。概略は以下の通りである。

- ① 多くの魚介類が好適な餌料としている甲殻類、多毛類の個体数が多く、早期より餌料培養効果が発現しはじめている。
- ② 日本国内有数の生産性を誇る瀬戸内海等の栄養塩が豊富で潮流が複雑な海域に比し

生産量は劣るが、生物の種数は多く、多様な生物の着生基盤としての高い効果を發揮している。


- ③ 今後も生物量（個体数、重量）については増加するものと考えられる。
- ④ その他、小型のカサゴ類など様々な小魚も確認されており、幼稚魚の隠れ場としても機能している。

第2回分析では、B地点で貝藻くんを見つけることができなかつたため、A地点とB地点における生物の種や数等についての比較はできなかつた。

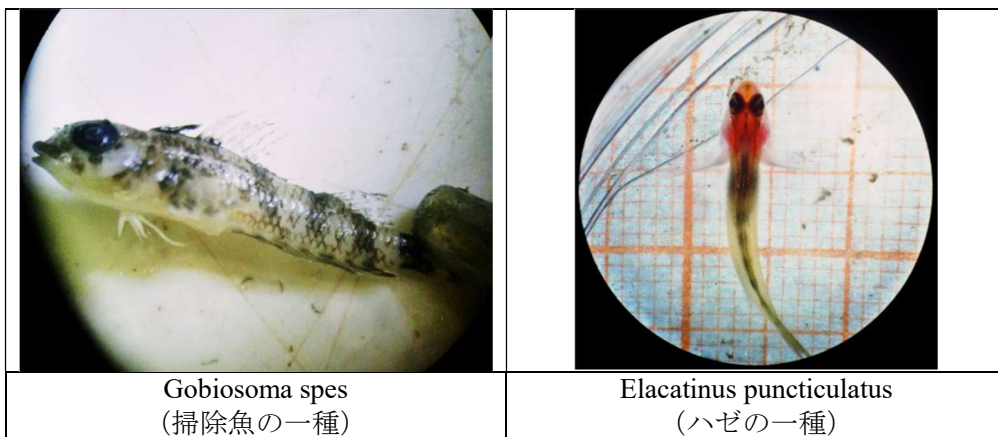
但し、第1回分析の結果については日本でのケースと似ていることから、日本での経験を参考にすることができる。そしてその経験から、第1回分析で明らかになった餌生物は、カリフォルニア湾で減少していると言われるイワシ、スズキ、ハタ、ブリ、タイ等の魚が好むものである。またスズキやハタ、タイ等の自身魚は市場での引き合いも強いことから、BCS州ラパスの近海にシェルナースを沈設することで、それら魚種の増加と漁業者の所得向上を十分に期待できると言うことができる。


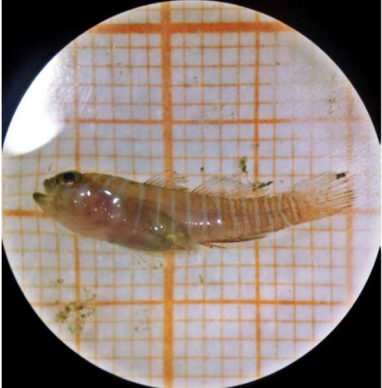



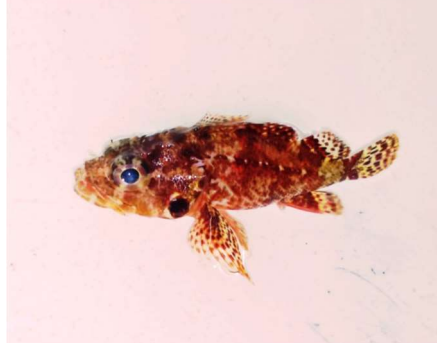


また、国際自然保護連合（IUCN）の種の保存委員会が提供する「絶滅の恐れのある生物種のレッドリスト（通称：レッドリスト）」は、絶滅する危惧のある種を7つのレベルに分け、種の保存を求めているが、第1回の同定分析では、「軽度懸念」として指定されている種が、10種発見された（以下参照）。シェルナースの沈設による種の保全が期待される。

表1：レッドリストのレベル

レベル	名称
高  低	絶滅
	野生絶滅
	絶滅危惧 IA 類
	絶滅危惧 IB 類
	絶滅危惧 II 類
	準絶滅危惧
	軽度懸念

出典：IUCN



	
<p>Lythrypnus dalli (ハゼの一種)</p>	<p>Lythrypnus zebra (ハゼの一種)</p>
	
<p>Paraclinus spes (ギンポの一種)</p>	<p>Stathmonotus sinuscalifornici (ギンポの一種)</p>
	
<p>Apogon retrosella (タイの一種)</p>	<p>Scorpaena mystes (カサゴの一種)</p>
	
<p>Gymnothorax castaneus (ウツボの一種)</p>	<p>Gymnothorax panamensis (ウツボの一種)</p>

2 - 4 開発課題解決貢献可能性

2-4-1 貝殻廃棄物削減効果

カリフォルニア湾に面し、かつ貝殻廃棄物の堆積の問題に直面している4州（BCS州、バハカリフォルニア（BC）州、ソノラ州、シナロア州の（下図参照））において1年間に発生する剥き身後に残る貝殻廃棄物の総重量は、約23,521トンと推計される¹（下表参照）。



図5: カリフォルニア湾に面した4州の地図

表2: BCS州における貝殻重量

南バハカリフォルニア州	身を含む貝殻重量 (kg)			剥き身後の貝殻重量 (kg)	
	天然	養殖	合計	合計	
蛤	14,130,592	120	14,130,712	9,184,963	
巻貝	1,648,142	14,975	1,663,117	1,081,026	
牡蠣	60,654	1,150,044	1,210,698	786,953	
			17,004,526	11,052,942	

出典：2014年 CONAPESCA 統計データを元に JICA 調査団が推計

¹ 剥き身後に残る貝殻廃棄物の重量データが存在しなかったため、CONAPESCAの統計データ（剥き身前の貝殻重量）を元に、JICA調査団が日本と同じ65%の変換率を掛けて推計した。

表 3 : BC 州における貝殻重量

バハカリフォルニア州	身を含む貝殻重量 (kg)			剥き身後の貝殻重量 (kg)
	天然	養殖	合計	合計
蛤	3,278,525	16,414	3,294,938	2,141,710
巻貝	159,223	-	159,223	103,495
牡蠣	-	2,157,249	2,157,249	1,402,212
その他	2,583	-	2,583	1,679
			5,613,993	3,649,095

出典：2014 年 CONAPESCA 統計データを元に JICA 調査団が推計

表 4 : ソノラ州における貝殻重量

ソノラ州	身を含む貝殻重量 (kg)			剥き身後の貝殻重量 (kg)
	天然	養殖	合計	合計
蛤	4,118,598	497,603	4,616,201	3,000,531
巻貝	4,158,415	-	4,158,415	2,702,969
牡蠣	80,000	143,740	223,740	145,431
			8,998,355	5,848,931

出典：2014 年 CONAPESCA 統計データを元に JICA 調査団が推計

表 5 : シナロア州における貝殻重量

シナロア州	身を含む貝殻重量 (kg)			剥き身後の貝殻重量 (kg)
	天然	養殖	合計	合計
蛤	3,178,608	6,830	3,185,438	2,070,535
巻貝	801,825	-	801,825	521,186
牡蠣	405,367	176,790	582,157	378,402
			4,569,419	2,970,122

出典：2014 年 CONAPESCA 統計データを元に JICA 調査団が推計

他方で、海洋建設株が生態系機能の向上を目的に日本で沈設してきた大型のシェルナースは、1 基あたり約 3 トンの貝殻廃棄物を再利用することから、理論上は約 10 万基以上を沈設できる計算になるが、対象 4 州にて毎年 10 万基ものシェルナースを沈設することは現実的ではない。但し、日本ではいち海域においてまとめて数～数十基を沈設することもしばしばある。仮に貝殻を 3 トン使用するシェルナース 10 基を 1 群として 5 区画、4 州で 10 カ所ずつの海域にシェルナースを沈設することで、総重量 6,000 トンの貝殻廃棄物を再利用することは可能と考える。また、海洋建設株は底質の改善を目的に貝殻廃棄物をケース状の構造体として積み置くことも行っており、シェルナース区の間にかような貝殻ケースを並べていくことで、区画間の繋がりを高めることができる。全体の漁場配置については、1 カ所に集中するよりも、モザイク状に配置することで多くのエコトーン（環境の異なるエリアの境界で多様な生物が生息する）を創ることができる（下図参照）。これらの手法を可

能な範囲で実施することにより、生態系機能の向上や多様性の維持とともに、多くの貝殻廃棄物の再利用に繋がっていく。

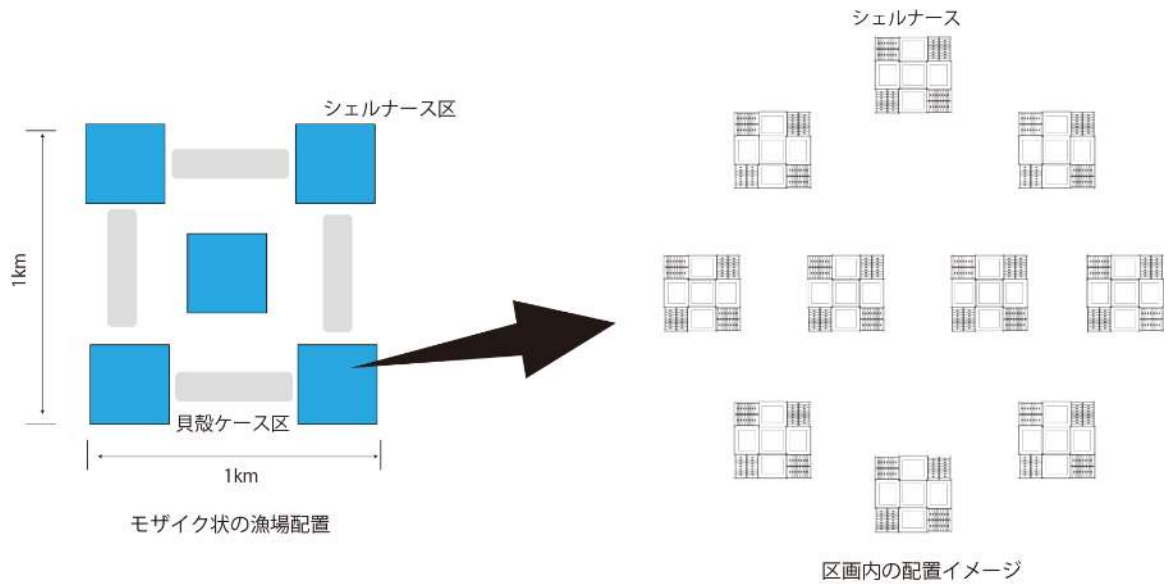


図 6：上部から見たシェルナース及び貝殻ケースの配置イメージ

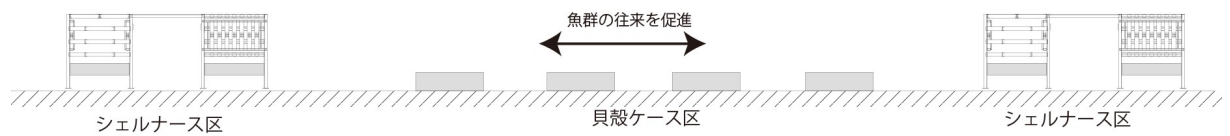


図 7：シェルナースと貝殻ケースの配置断面のイメージ

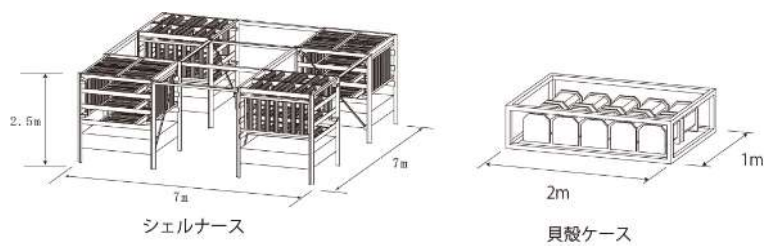


図 8：シェルナースと貝殻ケースのイメージ

2-4-2 生態系機能向上効果

上記 4 州は、貝殻廃棄物の堆積の問題に加えて、海洋生態系機能の悪化という問題も抱えているが、貝殻を再利用したシェルナースを沈設することで、それら機能の向上も期待される。

(1) 生態系の生産性向上

シェルナースに使用する貝殻基質では、魚介類が好んで捕食する小型甲殻類やゴカイ類など多くの小型生物が増殖する。その生産量は、コンクリート等の内部空隙に乏しい素材と比較すると、小型甲殻類の生息重量で最大 1,000 倍以上になることもある。日本国内では、全国の 30 カ所以上の海域で効果を検証する調査が実施されており、時期や水域環境の特徴により効果の大小はあるものの、餌料対象生物の生息重量は 32 カ所の平均で約 140kg/m³ に及ぶことが示されている。その結果、日本の調査では生息する魚類についても増加することが調査結果に現れており、カリフォルニア湾での減少が言われているイワシやブリ、ハタ、タイを含む魚群が魚礁の空容積当たりで最大 8kg 以上（1 基当たり 2,800 トン）確認された事例もある。

上記を踏まえると、本案件化調査で実施したカリフォルニア湾ラパス近海の 2 カ所においても、短期間で日本と同様の餌料対象生物の生息が確認されていることから、普及・実証事業においても、イワシやブリ、ハタ、タイを含む魚群が増加えることが期待できる。

(2) 生態系の多様性維持

シェルナースに使用する貝殻基質では、前述のように生産性が高まると同時に、非常に多岐に亘る生物種が生息することが明らかとなっている。貝殻基質に生息する生物種は、貝殻によって形成される狭い空間を利用する種が多く、平面的な構造体に付着する動物とは相違点が見られる。日本国内においては、宮崎県の細島港で 5 種類の貝殻基質と防波堤壁面に生息する生物種について比較した実験で、壁面では 46～90 種の生物が確認されたのに対し、貝殻基質では 73～154 種が確認され顕著な差が見られている。本案件化調査において実施したカリフォルニア湾ラパス近海の 2 カ所においても、86～95 種の生物の生息が確認されていることから、普及・実証事業においても同様の効果を期待することができる。

第3章 ODA 案件化

3-1 ODA 案件化概要

【2018年度～2020年度】普及・実証事業にて、長期パイロット事業を実施する。

【2021年度～】技術協力プロジェクト、日墨研修やJMPP等にて、メキシコの他州並びに中米・カリブ諸国への普及を図る。また、IDBのMIFが「Climate-Smart Agriculture」を重点テーマとしており、シェルナースに大きな関心を持っている²ことから、MIFも使ってメキシコの他州並びに中米・カリブ諸国への普及を図る。

表6：ODA 案件展開計画

	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
ODA案件	本案件化調査	普及・実証事業			技術協力プロジェクト（対象国：メキシコ）				
					日墨研修、JMPP（対象国：中米・カリブ諸国）等				
					IDB-MIF（対象国：メキシコ、中米・カリブ諸国）				

3-2 ODA 案件内容

3-2-1 普及・実証事業

ODA 案件の一つとして普及・実証事業がある。普及・実証事業では、BCS州のカリフォルニア湾で陸揚げされる貝殻をシェルナース基質に充填することで、貝殻廃棄物の堆積を減らすことを図る。計画としては、シェルナース1基当たり約0.6トンの貝殻を再利用し、合計で5基を沈設する計画であることから、合計で約3トンの貝殻廃棄物を再利用することができる。そしてそれら貝殻廃棄物を充填したシェルナースをカリフォルニア湾内のラパス湾に沈設するが、生態系機能向上効果³については、同事業期間を通じて検証していく計画である。現時点においてそれら効果の説明は困難であるものの、ラパス湾で漁業を行っているFDM及びゾナセントロ漁業連合（FZC）が増産の関心を持っている魚種は日本と同様の魚種（スズキ、ハタ、タイ、タコ、ロブスター）であり、日本での経験に基づくと、貝殻の餌料供給量は他の素材（コンクリート）の2倍以上になると考えられることから、それら魚種の生産性は高いであろうと思われる。普及・実証事業では、ラパスに里海協議会を創設し、里海ビジョン及び里海計画を作成する計画であり、その成果を、カリフォルニア湾に面し、程度の差こそあれ同様の問題を抱えている他の3州（BC州、ソノラ州、シナロア州）と共有することで、それら3州へ普及させるための道筋を立てる。そして、カリフォルニア湾全体での貝殻廃棄物の減少及び生態系機能の向上を図る。

² JICA調査団は、2017年11月15日にスカイプで、12月15日に面談で協議を実施。

³ 生態系機能向上効果は、以下手法で測定することでカウンターパート機関のINAPESCAと合意済み。

効果	効果測定項目	効果測定指標	測定頻度
生態系機能向上効果	生態系の生産性向上	海洋建設棟、INAPESCA-BCS州支所、UABCSが目視で魚の数・サイズを確認	年4回
		UABCSが複数の特定種の魚を釣り、その魚の消化管内容物を調査	年2回
	生態系の多様性維持	UABCSがシェルナースに取り付ける貝藻くん内に棲みつく生物を同定分析	年2回

なお普及・実証事業のプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）については、以下の内容でカウンターパート機関の INAPESCA と合意済みである。

(1) PDM

プロジェクト目標	
ラパス湾にて、シェルナースによる貝殻廃棄物削減効果及び生態系機能向上効果が実証される。里海協議会により里海計画（シェルナースを活用した沿岸水産資源共同管理計画）が作成される。また、同計画に基づいて海洋建設㈱による BCS 州におけるビジネス展開計画が作成される。	
成果	活動
成果 1: ラパス湾にて、シェルナースによる貝殻廃棄物削減効果及び生態系機能向上効果が実証される	1-1. 海洋建設㈱が、日本でシェルナースを製造し、ラパスに輸出する
	1-2. 現地の漁業者がシェルナースに貝殻廃棄物（1 基当たり約 0.6 トン×5 基＝約 3 トン）を充填し、現地の建設会社が組み立てる
	1-3. 海洋建設㈱と現地の建設会社が、ラパス湾の海域（緯度：24.14.566°、経度：110.34.487°）にシェルナースを沈設する
	1-4. 海洋建設㈱が、UABCS 及び INAPESCA-BCS 州支所と共に、四半期に一度、シェルナースを沈設したエリア（介入群）と、していないエリア（対照群）にて生態系機能向上効果のモニタリングを行い、各群及び両群の時系列での比較を行う
	1-5. 海洋建設㈱が、UABCS 及び INAPESCA-BCS 州支所と共に、四半期に一度、里海協議会メンバーを対象に、モニタリング結果に基づく、シェルナースによる生態系機能向上効果につき説明を行う
成果 2: ラパス湾の里海計画（シェルナースを活用した沿岸水産資源共同管理計画）が作成される	2-1. INAPESCA-BCS 州支所が、ラパス湾の里海計画（シェルナースを活用した沿岸水産資源共同管理計画）を作成するための里海協議会を新設する（なお同協議会の議長は INAPESCA が務め、その他メンバーは、BCS 州政府、CONAPESCA、SEMARNAT、UABCS、FDM、NGO の ROC 及び関係者間調整を行う NGO の持続可能な北西部（NOS）等からなることで合意済み）
	2-2. 海洋建設㈱が、里海協議会のメンバー（合計 6 人）を日本に招聘し、里海の実践及び指導を指導する（指導内容は里海及び漁場造成の概念についての講義を 2 日、その上で実際にシェルナースを沈設している漁場（白石島）の視察を 1 日、漁業組合による漁業活動についての講義を半日、水産行政関係者による水産行政についての講義を半日等）
	2-3. 本邦受入研修の後、里海協議会がラパス湾の里海計画案を作成する
	2-4. INAPESCA-BCS 州支所がラパスでセミナーを開催し、同セミナーで里海協議会が、BCS 州の関係者及びカリフォルニア湾に面した他の 3 州の関係者を対象に、里海計画案を発表し、協議を行う（これにより、他の 3 州への普及の道筋も立てる）
	2-5. 上記セミナーでの協議を踏まえ、里海計画案が最終化される

成果 3: 上記里海計画に基づいた海洋建設(株)によるビジネス展開計画が作成される	3-1. 海洋建設(株)が、メキシコにおいてシェルナースに係る知的財産を取得する
	3-2. 海洋建設(株)が、関係者と協議の上、ビジネス展開計画を作成する
	3-3. 海洋建設(株)が、他の3州におけるビジネス展開計画を検討する

成果 1 の実証体制は以下の通り。まず海洋建設(株)がシェルナースのパーツを現地の建設会社に輸出する。同社は、BCS 州政府が別途調達する貝殻廃棄物を基質に充填してもらう作業を、ラパス湾の南半分エリアで漁業操業を行う FDM に委託し、全体構造物の溶接等、最終的な組み立てを行った上で、事業サイトに沈設する。他方でシェルナースを沈設する事業サイトは公海であることから、誰でも自由に漁業操業を行うことができる。しかし生態系機能向上効果を検証するためには、同サイトでの漁獲を抑制することで適切な実証環境を設定する必要があることから、CONAPESCA が FDM に対してのみ漁業操業許可を付与し、漁獲量ゼロの漁獲枠を与えることで、漁獲の抑制を行う (FDM は同サイトでは元々漁業操業を行っていないため、漁獲量ゼロの漁獲枠についても了承済み)。但し、同サイトには FDM とは無関係の漁業者や観光客等も来る可能性があるため、FDM がオーナーシップをもって漁業操業の傍ら監視を行うのと共に、ラパスで違法漁業操業の監視・通報活動を行う NGO の市民監視ネットワーク (ROC) にも定期的な監視を行ってもらう。

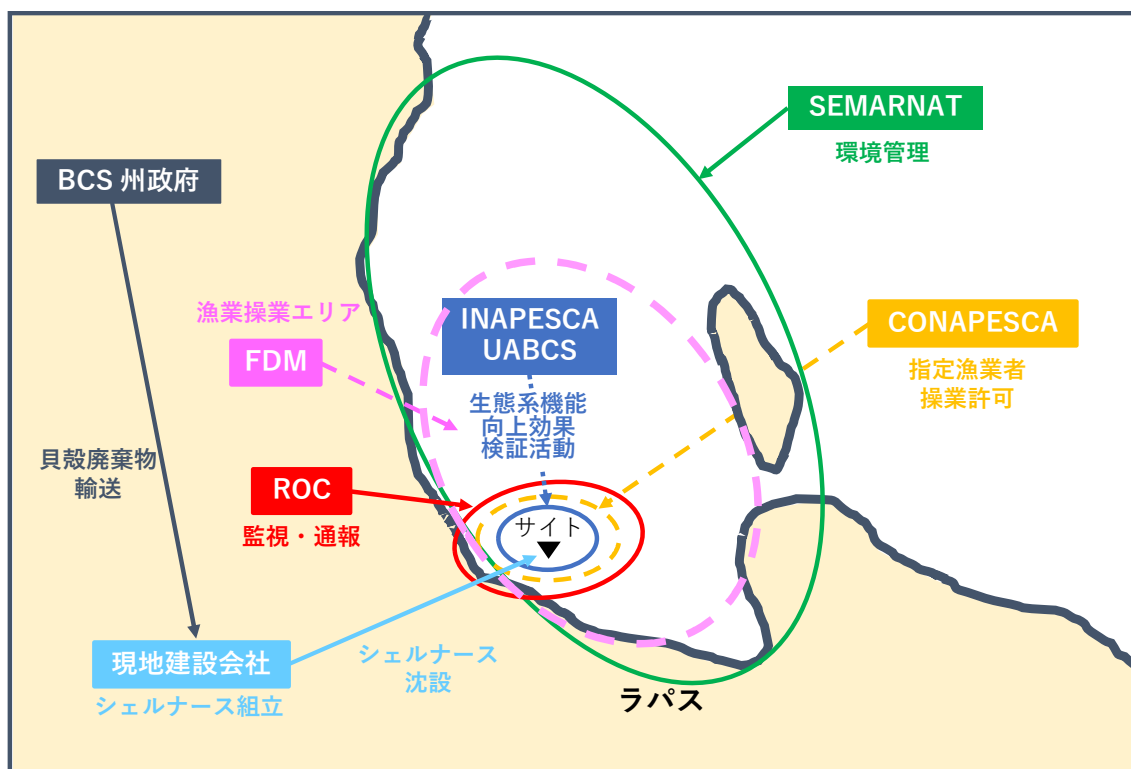


図 9 : 成果 1 の実証体制図

(2) 投入

人材：

企業名	役割
海洋建設(株)	
片山真基	業務主任者
片山敬一	実証活動、里海計画普及
井上弘之	シェルナース製造
森下剛	シェルナース製造補佐
Value Frontier(株)	
石森康一郎	チーフアドバイザー
NPO 里海づくり研究会議	
松田治	里海計画監修
田中丈裕	里海計画作成
OAFIC(株)	
石谷論	里海計画作成補佐、本邦受入

機材：シェルナース（ハタ、ブリ型）5基及び貝藻くん10基

1基の概要は以下の通り。

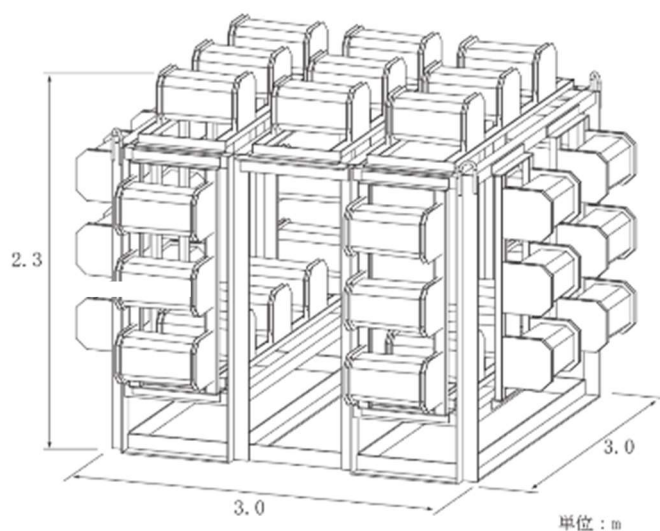


図10：シェルナースの概要

(3) 実施体制図

実施機関はINAPESCA、MMの署名者はINAPESCA長官を想定し、普及・実証事業の運営及び当該事業実施後の機材の維持管理はINAPESCA-BCS州支所を想定している。

3-2-2 技術協力プロジェクト、各種研修等

メキシコでの技術協力プロジェクトは、実施機関の INAPESCA の能力強化並びに CONAPESCA や漁業者組織との連携強化を通じて里海計画（シェルナースを活用した沿岸水産資源共同管理計画）の取り組み推進を図る。

また、普及・実証事業の効果を隣国に普及させるため、普及・実証事業での沈設サイトである BCS 州ラパスでこれら諸国からの研修員招聘或いは INAPESCA 研究者の専門家派遣を実施する。

（1）技術協力プロジェクト

ア PDM

目的：カリフォルニア湾に面した BCS 州を除く 3 州（BC 州、ソノラ州及びシナロア州）において里海協議会を創設することで、里海計画を作成し、指定漁業者操業許可を付与することで、漁業活動と保全活動が両立する里海計画（シェルナースを活用した沿岸水産資源共同管理）が実施される。

成 果	活 動
成果 1 対象 3 州にて里海計画が作成される	1-1. 対象 3 州において、州政府、INAPESCA、CONAPESCA、SEMARNAT、大学、漁業者組織、NGO 等から構成される里海協議会が創設される
	1-2. 各里海協議会が、里海計画（シェルナースを活用した沿岸水産資源共同管理）を作成する
成果 2 対象 3 州の指定漁業者操業許可エリアでモニタリングが行われる	2-1. 対象 3 州において、里海協議会メンバーの指定漁業者に操業許可が付与される
	2-2. 各里海協議会が、指定漁業者操業許可エリアでモニタリングを行うための計画を作成する
	2-3. INAPESCA/CONAPESCA が、指定漁業者操業許可エリアにシェルナースを沈設する
	2-4. 各里海協議会が、モニタリング計画に基づいて、指定漁業者操業許可エリアでモニタリングを行う

イ 簡易事前評価結果

（イ）プロジェクトサイト：

カルフォルニア湾（BC 州、ソノラ州、シナロア州）

（ロ）ターゲットグループ

直接受益者：INAPESCA、CONAPESCA、SEMARNAT、大学、漁業者組織、NGO 等

間接受益者：カルフォルニア湾で操業する漁業者、遊漁者、ダイビング観光客等

（ハ）実施期間：2021 年より 3 年間

(二) メキシコ側実施機関：INAPESCA

(ホ) 投入

日本側	専門家派遣	人工魚礁/資源管理、資源評価、生態系保全、代替収入源開発
	研修	INAPESCA 研究者等の本邦招聘
	機材供与	シェルナース、顕微鏡・ソナー・潜水機材等調査研究機材、FRP 船外機、車輛、教育資機材
メキシコ側	Focal point	INAPESCA、CONAPESCA、SEMARNAT 各機関から担当者配置、また、それら担当者の給与等経費負担
	施設	プロジェクト事務所、研究施設、研修・会議施設

(ヘ) 環境社会配慮

環境影響については、普及・実証事業における EIA の要否を確認し、要となった場合は、EIA 調査を実施の上、適切な緩和策を提案し、講じる。

(2) 各種研修（第三国研修）

ア PDM

目的：カリブ地域諸国における里海計画（シェルナースを活用した沿岸水産資源共同管理計画）を担う人材が育成され、域内連携が促進される。	
成 果	活 動
成果1 カリブ地域諸国の漁業行政関係者が漁業活動と保全活動が両立する資源管理手法に関する知見を獲得する	1-1. シェルナースを用いた資源増殖・保護効果及び里海（沿岸水産資源共同管理）手法に関する知識を習得する（座学）
	1-2. 普及・実証事業サイト等の現地視察、関係者へのインタビューを実施し、シェルナースによる資源増殖・保全効果や、行政と漁業者が共同で行う里海（沿岸水産資源共同管理）計画の実践方法について学ぶ
成果2 カリブ地域諸国の漁業行政関係者が自国の資源管理課題と対応策についての分析能力が向上する	2-1. 域内の他国の水産業の現状や課題を把握する
	2-2. 自国の沿岸水産資源管理課題について体系的な分析を行う
	2-3. 課題解決にむけた適切な対応策を立案する。
成果3 域内連携のためのカリブ地域諸国の漁業行政関係者にとっての人的ネットワーク構築が強化される	3-1. 参加研修員やメキシコ関係者とのネットワークを構築する

イ 簡易事前評価結果

(イ) プロジェクトサイト：

BCS 州ラパス

(ロ) ターゲットグループ

直接受益者：カリブ地域諸国の漁業関係研究者及び行政官

間接受益者：カリブ地域諸国の漁業関係者等

(ハ) 実施期間：2022 年度より 4 年間

(ニ) メキシコ側実施機関：INAPESCA-BCS 州支所

(ホ) 投入

メキシコ側	Focal point	INAPESCA、CONAPESCA、SEMARNAT 各機関から担当者配置、また、それら担当者の給与等経費負担
	施設	プロジェクト事務所、研究施設、研修・会議施設

3-3 C/P 候補機関組織・協議状況

本項目では、本案件化調査直後に実施予定の普及・実証事業について言及することとする。本 ODA 案件化調査では、BCS 州政府がカウンターパート機関であったが、普及・実証事業では、INAPESCA をカウンターパート機関とする。理由は以下の通りである。①メキシコにおいて海洋漁業は、連邦政府の所管であること、②同普及・実証事業実施後の展開においては、いち州政府（BCS 州政府）との協働の実績よりも、連邦の INAPESCA との実績の方が効果が高いこと、③INAPESCA 長官自身が、シェルナースに高い関心を持ち、本案件化調査期間中にも 3 回 JICA 調査団とシェルナース導入に当たって具体的な協議を行っていること等が挙げられる。なお、普及・実証事業の Survey Outline については、INAPESCA 長官を始め、INAPESCA-BCS 州支所長、CONAPESCA-BCS 州支所長、SEMARNAT-BCS 州支所長、BCS 州政府環境・天然資源局長、UABCS 担当教員、FDM 代表及び ROC 代表から了承を取り付けている。また普及・実証事業の協議議事録（M/M）についても、INAPESCA で法務チェックを始めている。

3-4 他 ODA 事業との連携可能性

普及・実証事業を実施するなかで、技術協力プロジェクトや日墨研修、JMPP 等について具体的な検討を行うことが可能と考える。

3 - 5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

3-5-1 ODA 案件全般

メキシコの法律では、種の保存を脅かす或いは生態系に危害を加える可能性のある漁業、養殖業及び農業活動に関しては、原則、EIA が必要となっているため、ODA 案件の実施において EIA が必要となった場合には、メキシコの法律に則り、EIA 調査を実施の上、適切な緩和策を講じる。但し、INAPESCA をカウンターパート機関とする普及・実証事業にて、シェルナースによる自然・社会環境への負の影響が認められないことが判明した場合或いは正の影響が負の影響を大きく上回ることが判明した場合には、SEMARNAT の判断でシェルナースの沈設に当たっては EIA を不要とするということも検討するとされており、その後の扱いについては上記判断によるところとなる。

3-5-2 技術協力プロジェクト

シェルナース沈設区域は、資源・生態系機能向上の目的を達成するため、一定範囲及び一定期間の漁業操業制限区の設定が必要となる。当該区域設定のため、普及・実証事業同様、漁業連合の合意取り付けと主管官庁である CONAPESCA からの協力取り付けが必須となる。普及・実証事業が実現した場合、同事業からのフィードバックを技術協力プロジェクトに反映させる。

3-5-3 JMPP 等第三国研修

カリブ地域諸国を想定しているが、これらの国は生物多様性条約締約国であり、2016 年 12 月に採択されたカンクン宣言で各国に奨励されている「絶滅危惧種の保全・回復の促進の観点からの漁業管理の改善のための政策の実施や予防的アプローチにより、生物多様性を考慮した既存の漁業管理の強化」の取り組み推進は共通した課題と言える。しかしながら、現段階ではこれら対象国における沿岸生態系機能の悪化状況や対策の詳細は不明確である。今後、対象国における詳細なニーズ把握、また、これらニーズに対応するメキシコ側のシーズの把握が必要となる。

3 - 6 環境社会配慮等

本項目については、普及・実証事業について記載することとする。

3-6-1 環境社会影響を与える事業コンポーネント

事業概要

上述 3-2 の通り。

事業対象地

普及・実証事業におけるシェルナース沈設海域は、案件化調査と同様に以下1)～4)の選定基準及び5)の管理面での理由により選定した(下図参照)。

- 1) 国立公園、保護区ではない所
- 2) 海底環境(底質:砂地、
地形:平坦)
- 3) 潮流・波浪の影響が少ない所
- 4) モニタリングが容易な海域
(20m以浅)
- 5) CONAPESCA が指定漁業者操業許可エリアに指定でき、指定漁業者であるFDMのオーナーシップ醸成を図れ、かつ沈設したシェルナースの管理も容易



図12: 普及・実証事業におけるシェルナース沈設サイト
(☀️は案件化調査での沈設地点)

3-6-2 環境社会影響配慮の範囲

普及・実証事業の事業工程と対応する環境社会影響配慮の範囲は下図・表の通り。

表8: 事業工程と環境社会配慮

工程	場所	影響配慮範囲
①組立	現地建設会社によるシェルナースの組み立て	積出港背後地のヤード
②積出・運搬	シェルナースの積出、沈設サイトへの運搬	積出港、海路
③沈設	沈設	緯度: 24.14.566° 経度: 110.34.487°
		シェルナース組立/積出港から沈設サイトに運搬する際の自然環境及び社会環境への影響(下図青色)
		シェルナース沈設に係る自然環境及び社会環境への影響(下図白色)



図 13：事業工程と環境社会影響配慮の範囲

3-6-3 ベースとなる自然環境及び社会環境の状況

(1) 自然環境

イ SEMARNAT 指定の海洋保護区とラムサール条約

BCS 州の沿岸域には 6 つの保護海域⁴ (下図①～⑥) が指定されており、普及・実証事業を行うラパスの周辺海域には Archipiélago Espiritu Santo (下図⑥)、Balandra (下図⑤) に加え、ラムサール条約登録地が 2 ヶ所存在する (Humedales Mogote は 9,184ha、Balandra は 449ha、共に 2008 年 2 月に登録された)。ラムサール条約の各登録地域では政府が策定する管理計画に則った管理の実施が求められるが、管理計画は未だドラフト段階にある。当該管理計画ドラフトでは、汚染・排水・土壌・マングローブの現状調査と評価、一般市民への啓蒙普及活動が記載されているが、地域内の資源利用に関する規制については記載がなされていない。

⁴ 国立公園：①Bahía de Loreto (1996 年/206,581ha)、②Cabo Pulmo (1995 年/7,111ha)、⑥Archipiélago Espiritu Santo (2007 年/48,654ha)、動植物保護区：④Cabo San Lucas (1973 年/3,996ha)、⑤Balandra (2012 年/2,513ha)、生態系保護域：③Estero de San José (1994 年/473ha)



図 14：ラパス周辺の海洋保護区（①～⑥）、ラムサール条約登録地

ロ SAGARPA 指定の Fisheries refugia (漁業管理区)

2012年11月16日⁵、BCS州 San Cosme 沿岸域 11カ所において商業的重要魚種の再生産域保護、優良漁場の回復、長期的な漁獲量増大を目的とした「Fishing Refugia」が制定された。当該地域では、2012年から5年に亘り漁業・遊漁を含む水棲動植物の採捕を一時的に禁止しており、5年後の評価調査によりこれら管理措置の緩和/延長を関係者間での協議により決定することとなっていた。2017年2月に当該評価調査の結果、11カ所全てで更に5年間の管理措置延長が決まっている。

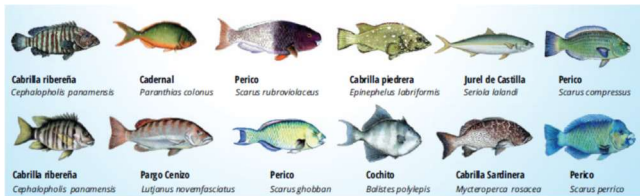


図 15：商業的重要魚種
出典：「Fishing Refugia Network」



図 16：Fisheries refuge 位置図
出典：「Fishing Refugia Network」

(2) 社会環境

イ BCS 州の人口

BCS 州は 5 つの Municipio (市) で構成されており、下図・表に市ごとの人口とその推移を示す。2015 年の BCS 州人口は 712,029 人、人口は過去 15 年間右肩上がりの増加を示し、2000 年～2015 年の年間人口増加率は全国平均 1.4% に対し BCS 州は 3.3% と 2 倍以上の増加率となっている。

表 9：BCS 州人口内訳と推移 単位：人

市	1990	2000	2010	2015
Comondù	74,346	63,864	70,816	72,564
Mulegé	38,528	45,989	59,114	60,171
La Paz(州都)	160,970	196,907	251,871	272,711
Los Cabos	43,920	105,469	238,487	287,671
Loreto	-	11,812	16,738	18,912
BCS 州	317,764	424,041	637,026	712,029

出典：Infomacion estratégica 2017, BCS 州政府

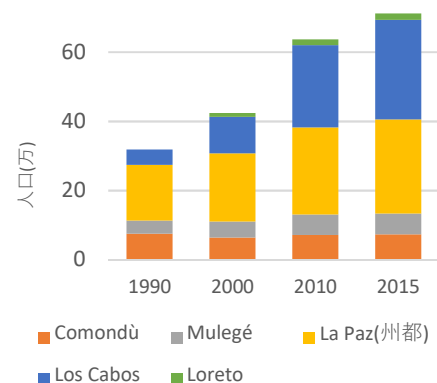


図 17：BCS 州人口内訳と推移

⁵ 連邦政府により官報で公表されたのは 2014 年 11 月 16 日

ロ BCS 州の産業

BCS 州の 2015 年における GDP は 133,350 百万ペソ (2017 年 10 月時点で約 830 億円)、成長率は 5.5% (全国 2.5%) である。産業別 GDP は第 1 位が商業 (24,225 百万ペソ、GDP の約 18%)、第 2 位がホテル・レストラン業 (22,235 百万ペソ、GDP の約 17%)、第 3 位が建設業 (16,353 百万ペソ、GDP の約 12%) で、農・水産業は 4,882 百万ペソ、GDP の約 4% である。

ハ BCS 州の漁業概要

前述 1-1 の通りである。なお、BCS 州では主にイワシやアジ等の浮魚類を漁獲対象とする巻網、底魚を漁獲する刺し網や釣り漁業が行われており、ラパス湾等の湾内でのエビ底引き網は禁止されている。

ニ 普及・実証事業に係る社会配慮上直接関連するサイト周辺の操業実態

ラパス湾では漁船約 150 隻、600 人の漁師が釣り、刺網を用いた漁業を営んでいる。3-6-1 で示した普及・実証事業におけるシェルナースの沈設サイトは、水深 20m 以浅のため、もともと漁業操業が無い海域となっている。従って、シェルナース沈設による漁業操業への影響、すなわち漁業者の生活・生計等に与える社会的影響は無い。

3-6-4 相手国の環境社会配慮制度・組織等

(1) 自然環境・社会環境に関連する法令や基準等

ア 環境影響

メキシコでの環境影響評価 (EIA) は、「Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente」(生態系バランス及び環境保護法、1988 年 1 月 28 日公布、2016 年 5 月 13 日改正) 及び「Reglamento de La Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental」(生態系バランス及び環境保護のための EIA 細則、2000 年 5 月 30 日公布、2014 年 10 月 31 日改正) において定められている。

「生態系バランス及び環境保護法」の第 28 条では、EIA 調査と承認が必要な項目として水産関連分野を以下の通り指定している。従って、普及・実証事業実施の際には EIA 調査を実施し、承認を得ることが必要である。

XII. 種の保存を脅かす或いは生態系に危害を加える可能性のある漁業、養殖業及び農業活動

イ 騒音、異臭、大気等に関する法律

「Ley De Equilibrio Ecológico Y Protección Del Ambiente Del Estado De Baja California Sur」(生態系バランス及び環境保護に係る BCS 州法、1991 年 11 月 30 日公布、2016 年 10 月 31 日改正) の第 5 条 21 項「州政府管轄地域における生態系バランス及び環境に悪影響を及ぼすエネルギー排出物、騒音発生、振動、産業廃棄物、悪臭、景観の予防と管理」に基づく細則では騒音に関し以下の制限が課されている。その他の項目については法律上明確な上限を設けていない。

表 10：騒音に関する上限値

場所	時間帯	許容上限 dB
居住区（屋外）	06:00 to 22:00	55
	22:00 to 06:00	50
工場・商業地	06:00 to 22:00	68
	22:00 to 06:00	65

ウ 労働条件及び労働環境に関する法規制

「Ley Federal del Trabajo」(労働法、1970 年 4 月 1 日公布、2012 年 11 月 30 日改正) では、以下の要件が課されている。

① 就業時間 第 1 章「労働条件」、チャプターII

労働時間は 6:00～20:00 の間で、8 時間を超過しないこと（第 59 条、第 60 条、第 61 条）。また、8 時間の就業時間のうち最低 30 分は休憩時間とすること（第 63 条）。残業は 3 時間/日、3 日間/週を超えてはならず、正当な対価（通常自給と等価あるいはそれ以上）が支払われなければならない（第 66 条、第 67 条）。週 9 時間以上の残業を強いる場合、通常自給の 200%以上の支払いが課せられる（第 68 条）。

② 最低賃金 第 1 章「労働条件」、チャプターVI

雇用する側は、「Comisión Nacional de los Salarios Mínimos」により定められた最低賃金以上を給与として支払わなければならない（第 94 条）

③ 労働環境の安全確保 第 9 章「労働のリスク」チャプター

雇用主は、労働者の安全、健康を確保するための予防的措置を講じなければならない（第 475 条）。また、労務が起因する授業員の病気や怪我に対しては適切な応急措置と補償が義務づけられる（第 484 条）

また、同国では業種により細則（Official Mexican Norm）が定められており、例えば「溶接・切断工」（NOM-027-STPS-2008）では、雇用者側に危険管理プログラムの策定、年 2 回の従業員への危機管理講習会実施、年 1 回の従業員への安全トレーニング実施、応急処置認定者に対する年 1 回の訓練実施等の義務項目が記載されている。

(2) 環境社会配慮を管轄する組織

環境社会配慮を所管する機関は環境・天然資源省（SEMARNAT）である。BCS 州では同省の州支局である南バハカルフォルニア州事務所「Delegado Federal en el Estado de Baja California Sur」が環境影響評価調査等の環境手続きを管轄する（下図参照）。

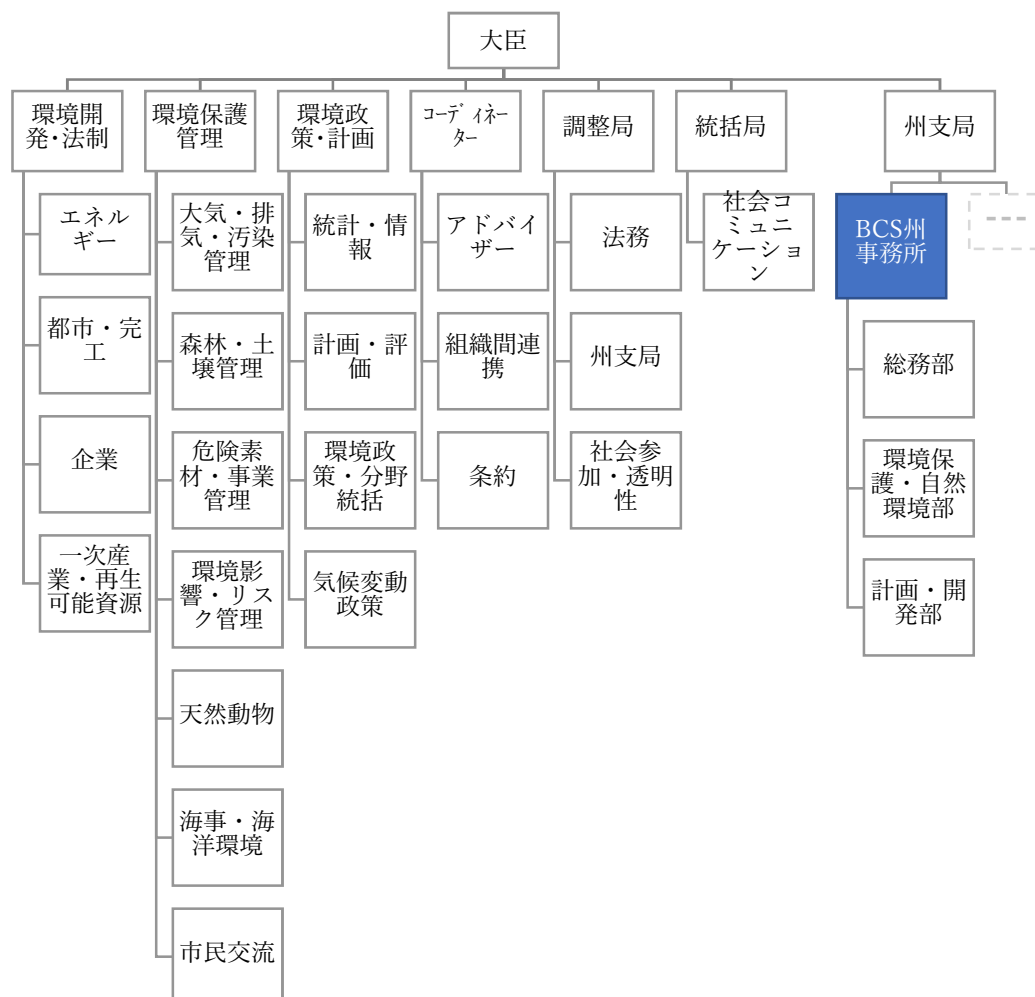


図 18 : SEMARNAT 組織概要図

出典：JICA 調査団作成

(3) 手続き

EIA 調査の申請から承認に至る工程を下図に示す。申請者は下記工程にかかる費用 31,061.74 ペソ⁶（2017 年 10 月時点で約 19 万円）を申請時に支払い、その後の EIA 調査と審査は SEMARNAT BCS 州事務所が配置する専門技師により実施される。EIA の承認申請日より承認が下りるまでの所要期間は通常 60 営業日であるが、案件内容や追加情報招請の有無によって最大 120 日まで期限延期される場合もある。

⁶ 費用は「Ley Federal de Derechos」（権利に関する連邦法、1981 年 12 月 31 日公布、2016 年 12 月 7 日改正）の第 192-H 条で規定されている。シェルナースは事業カテゴリー「a）」に分類されると想定される。

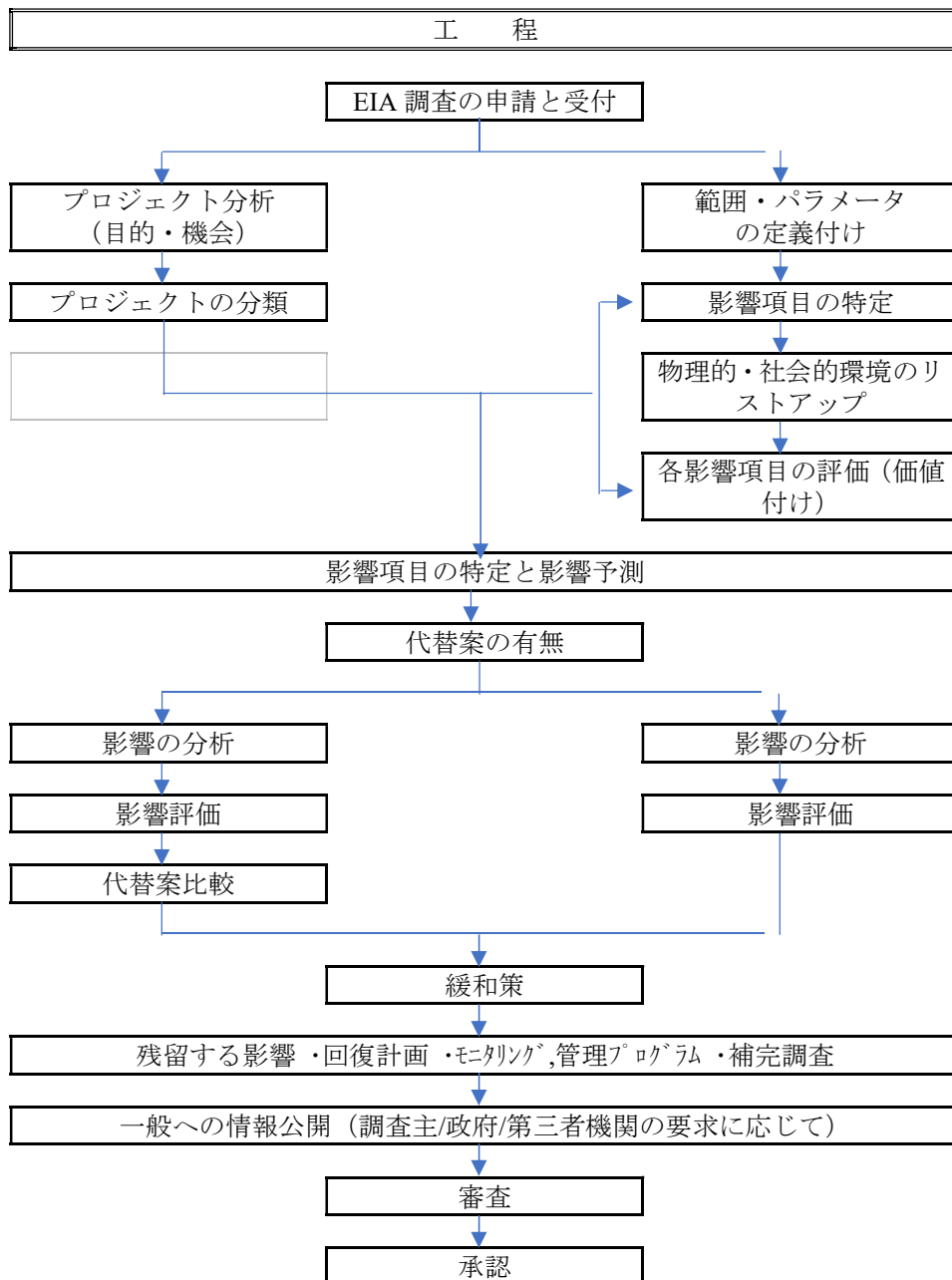


図 19：EIA 許可申請・承認手続きフロー

出典：SEMARNAT 「Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental pesquero-acuícola」を元に JICA 調査団作成。所要日数は聞き取り調査結果による。

3-6-5 代替案（ゼロオプションを含む）の検討

下表のとおり、普及・実証事業について代替案との比較検討を行った。

表 11：代替案比較

項目		サイト1 (案件化調査 A 地点)	サイト2 (案件化調査 B 地点)	サイト3 (普及・実証 事業サイト)	ゼロオプション (事業を実施 しない)
地点 概要	地図	p.37 の図 13 参照			-
	緯度・経度	緯度： 24.35.6307° 経度： 110.28.6231°	緯度： 24.23.9471° 経度： 110.57.9593°	緯度： 24.14.566° 経度： 110.34.487°	
	水深	6m	3m	15～20m	-
	漁港/出港地から の距離・時間	1 時間 30km	1 時間 30km	1 時間 30km	-
土地 利用	漁場利用	無し	無し		-
技術 面	1.海中での安定性				
	1-1 底質	岩礁	砂	砂	-
	1-2 地形	平坦	平坦	平坦	-
	1-3 潮流・波浪	早い	やや早い	やや早い	-
	2.モニタリングの容易度				
	2-1 水深 (30m 基準)	やや深い	浅い	やや深い	-
	2-2 出港地から の距離	やや遠い	近い	近い	-
	3.沈設費用	中	低	低	-
4.海域の管理	一般海域	一般海域	一般海域	-	
環境 社会 配慮	社会配慮	事業実施が漁業操業の制約に繋がる可能性がある。	一般海域ではあるが、同サイト周辺で漁業操業は行われておらず、生活・生計上負の影響はない。	一般海域ではあるが、同サイト周辺で漁業操業は行われておらず、生活・生計上負の影響はない。	変化なし
	自然環境	自然環境への負の影響はない。生態系機能向上効果が見込まれる。			変化なし
推奨される最適案とその根拠		海中環境(特に潮流)が構造体の安定にとって条件が悪い。また、漁業操業が行われていることから社会影響面で負の影響を与える可能性がある。モニタリング難易度や費用面でもサイト2に劣る。	一般海域であるため漁業操業は自由となり、シェルナース沈設サイトを荒らされる可能性があるため CONA PESCA に指定漁業者操業許可 (FFP) を要するエリアとして認定してもらい管理を行う必要がある。但し、水深が浅すぎることから、普	一般海域であるため漁業操業は自由となり、シェルナース沈設サイトを荒らされる可能性があるため CONA PESCA に FFP を要するエリアとして認定してもらい管理を行う必要がある。他の面では問題ないため事業効果が最大限見込める最適な	貝殻廃棄物の堆積、漁業資源の減少といった開発課題が解決されないままになる。

		及・実証事業用のシェルナースの沈設は不可。	サイトと言える。	
--	--	-----------------------	----------	--

3-6-6 スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR

普及・実証事業実施の際、環境社会配慮上重要と思われる評価項目及び調査方法を下表に示す。

表 12：環境社会配慮におけるスコーピング案

分類	影響項目	評価 ⁷			評価理由
		案件化調査	組立/積出/運搬	沈設後	
1. 汚染対策	(1) 水質	D	D	D	排水等による水質への影響は本事業活動において想定されない。
	(2) 廃棄物	D	D	A+	組立・積出・運搬時：廃棄物の発生は想定されない。 沈設後：廃棄物として処分される貝殻を有効利用するため、廃棄物が減る。
	(3) 騒音・振動	D	B-	D	組立・積出・運搬時：車両、船舶、重機により一時的ではあるが騒音・振動の増加が想定される。 沈設後：騒音・振動の影響は想定されない。
	(4) 悪臭	D	B-	D	組立・積出・運搬時：運搬時に貝殻の臭気が漂う可能性がある。 沈設後：海中にあるため悪臭の発生は想定されない。
	(5) 大気	D	B-	D	組立・積出・運搬時：シェルナース運搬時の車両、輸送船、重機により一時的ではあるが大気質の悪化が想定される。 沈設後：海中への沈設後、大気質への影響は想定されない。
2. 自然環境	(1) 水象	D	D	D	構造物を海中に沈設するが、構造体は空隙を有するため海流・潮流に変化を及ぼすような影響は無い。
	(2) 地形・地質	D	D	D	地形や地質への影響は想定されない。
	(3) 生態系	D	D	A+	沈設後：有機物、餌生物、捕食者などの生息場が造成される。
	(4) 保護区	D	D	D	事業対象地及びその周辺に存在しない。
3. 社会環境	(1) 住民移転	D	D	D	発生しない。
	(2) 生活・生計	D	D	D	沈設後：シェルナース沈設サイト付近では通常漁業操業を行っていないため、生活・生計に影響を与える可能性はない。
	(3) 文化遺産	D	D	D	影響は見込まれない。

⁷ 「案件化調査」では小型シェルナース「貝藻くん」を沈設後短期間で引き上げるため、表に示すように環境・社会的影響は全てDとなっている。「組立/積出/運搬」及び「沈設後」は普及・実証事業を想定した評価である。

	(4) 景観	D	D	D	影響は見込まれない。
	(5) 少数民族、先住民族	D	D	D	事業及び周辺地に、少数民族・先住民族は存在しない。
	(6) 労働環境	D	B-	D	組立・積出・運搬時：運搬、沈設作業に携わる作業員の安全に対する配慮が必要である。 沈設後：影響は想定されない。
4. その他	(1) 工事中的影響	D	B-	D	組立・積出・運搬時：運搬、沈設作業時の事故に対する配慮が必要である。 沈設後：影響は想定されない。

A+/-：顕著な正/負の影響が見込まれる、B+/-：ある程度の正/負の影響が見込まれる、
C：正/負の影響程度が不明（調査検討が必要）、D：影響の可能性は無し

検討したスコーピング案についてランク B-で調査が必要な項目を抽出し、調査の TOR 案を下表に示す。

表 13：環境社会配慮調査の TOR

影響項目	調査項目	調査手法
大気	①メキシコ国環境基準の確認 ②大気質現況確認 ③工事中的影響	①既存資料、ヒアリング ②運搬経路での確認 ③運搬の時間帯、周辺環境、運搬車・運搬船の台数、運搬経路等を現地で確認、また、日本における類似事例分析
騒音・振動	①メキシコ国環境基準の確認 ②発生源から周辺施設までの距離 ③工事中的影響	①既存資料、ヒアリング ②運搬経路周辺踏査 ③運搬の時間帯、運搬車両/船の種類、運搬経路を現地で確認、また、日本における類似事例分析
悪臭	①メキシコ国環境基準の確認 ②発生源から周辺施設までの距離 ③工事中的影響	①既存資料、ヒアリング ②運搬経路周辺踏査 ③運搬の時間帯、運搬車両/船の種類、運搬経路を現地で確認、また、日本における類似事例分析
労働環境	①労働安全対策	①類似事例に関するヒアリング（類似案件での労働環境、条件、安全対策を確認）、また、日本における類似事例分析
工事中的影響	①製作、沈設作業の影響	①類似案件に関するヒアリング、また、日本における類似事例分析

3-6-7 環境社会配慮調査の結果

スコーピングに基づき実施した環境社会配慮調査の結果を下表に記す。

表 14：環境社会配慮調査の結果

影響項目	結果
大気	シェルナースの運搬船への積込、沈設サイトへの運搬中は重機、車両、船舶による排出ガスの増加が見込まれる。沈設後、本案件による影響は見込まれない。

騒音・振動	シェルナースの運搬船への積込作業中や沈設サイトへの運搬中は重機、車両、船舶等による騒音・振動が発生する。積出港周辺には住宅、一般施設などは存在しないが、作業時間を昼間に限定し、夜間は実施しないなどの時間制限を設けることで騒音・振動の影響を減少させることが出来る。沈設後は騒音、振動が増加することは見込まれない。
悪臭	シェルナースの運搬船への積込作業中や沈設サイトへの運搬中は、シェルナースの貝殻基質の臭気がわずかに発生するものの、一般的な海岸沿いの潮の臭気を著しく超える臭気とはいえず、その影響は限定的である。積出港周辺には住宅、一般施設などは存在しないが、組立から沈設まで可能な限り迅速に行うなど貝殻基質の港での保管期間を短くすることで、これら臭気の影響を低減することが可能である。
労働環境	シェルナースの運搬船への積込作業中や沈設サイトへの運搬中は、労働従事者の事故が発生する懸念があるが、委託業者への指導（夜間作業の禁止、安全教育や安全運航）の徹底や事故防止柵の設置、重機や車両運転手への安全運転の徹底を図ることにより事故発生を抑制できる。沈設後、本案件による影響は見込まれない。
事故	シェルナースの運搬船への積込、沈設サイトへの運搬中、沈設作業中は労働従事者に事故の発生が懸念される。上述の通り、これは委託業者への指導（夜間作業の禁止、安全教育や安全運航）の徹底により事故発生を抑制できる。沈設後、本案件による影響は見込まれない。

3-6-8 影響評価調査結果に基づく環境影響評価を下表に示す。

表 15：調査結果に基づく環境影響評価

分類	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		組立/ 積出/ 運搬	沈 設 後	組立/ 積出/ 運搬	沈 設 後	
1. 汚染 対策	(1) 水質	D	D	D	D	排水等による水質への影響は本事業活動において想定されない。
	(2) 廃棄物	D	A+	D	A+	組立・積出・運搬時：廃棄物の発生は想定されない。 沈設後：廃棄物として処分される貝殻を有効利用するため廃棄物が減る。
	(3) 騒音・振動	B-	D	B-	D	組立・積出・運搬時：シェルナース組立/積込/運搬時の車両、船舶、重機により一時的ではあるが騒音・振動の増加が想定される。 沈設後：騒音・振動の影響は想定されない。
	(4) 悪臭	B-	D	B-	D	組立・積出・運搬時：シェルナース運搬時に貝殻の臭気が漂う可能性がある。 沈設後：海中にあるため悪臭の発生は想定されない。
	(5) 大気	B-	D	B-	D	組立・積出・運搬時：シェルナース運搬時の車両、輸送船、重機により一時的ではあるが大気質の悪化が想定される。 沈設後：海中への沈設後、大気質への影響は想定されない。
2. 自然 環境	(1) 水象	D	D	D	D	構造物を海中に沈設するが、構造物は空隙を有するため海流・潮流に変化を及ぼすような影響は無い。

	(2)	地形・地質	D	D	D	D	地形や地質への影響は想定されない。
	(3)	生態系	D	A+	D	A+	沈設後：有機物、餌生物、捕食者などの生息場が造成される。
	(4)	保護区	D	D	D	D	事業対象地及びその周辺に存在しない。
3. 社会環境	(1)	住民移転	D	D	D	D	発生しない。
	(2)	生活・生計	D	B-/B+	D	B+	沈設後：普及・実証事業のサイトでは通常漁業操業は行われていないため、漁業者の生活・生計への影響は見込まれない。一方、長期的には漁業資源の増殖効果による正の影響が見込まれる。
	(3)	文化遺産	D	D	D	D	影響は見込まれない。
	(4)	景観	D	D	D	D	影響は見込まれない。
	(5)	少数民族、先住民族	D	D	D	D	事業及び周辺地に、少数民族・先住民族は存在しない。
	(6)	労働環境	B-	D	B-	D	組立・積出・運搬時：シェルナース運搬、沈設作業に携わる作業員の安全に対する配慮が必要である。 沈設後：影響は想定されない。
4. その他	(1)	工事中的影響	B-	D	B-	D	組立・積出・運搬時：シェルナース運搬、沈設作業時の事故に対する配慮が必要である。 沈設後：影響は想定されない。

3-6-9 緩和策及び緩和策実施のための費用

影響評価の結果、負の影響が想定される項目に関し、緩和策及び費用等の概要を下表に示す。

表 16：緩和策及び緩和策実施のための費用

No.	影響項目	緩和策	実施主体	責任機関	費用 (単位：円)
【組立/積出/運搬中】					
1	大気	車：アイドリングストップや影響の少ない経路の走行を検討実施。 また、メ国基準に適合する車両、船舶、重機を使用	製作業者	INAPE SCA	通常業務の一環であるため発生しない。
2	騒音・振動	・夜間や休日作業の制限など騒音振動削減対応の実施 ・メ国基準に適合する車両、船舶、重機を使用	製作業者	INAPE SCA	通常業務の一環であるため発生しない。
3	悪臭	・夜間や休日作業の制限、運搬方法の工夫等悪臭低減対応の実施	製作業者	INAPE SCA	通常業務の一環であるため発生しない。
4	労働環境	同国労働基準に準じた労働環境の指導と徹底	製作業者	INAPE SCA	通常業務の一環であるため発生しない。

5	工事中の影響	夜間作業の禁止、ヘルメットや手袋着用、安全管理講習など作業員・作業環境の安全対策	製作者	INAPE SCA	通常業務の一環であるため発生しない。
---	--------	--	-----	-----------	--------------------

3-6-10 モニタリング計画

事業実施に係る責任機関である INAPESCA の下、現場の管理実施主体となる漁業者連合、製作受託業者が共同で以下のモニタリングを実施する。

表 17：モニタリング計画

環境項目	項目	地点	頻度	責任機関
【組立/積出/運搬中】				
大気	粉塵、健康被害報告、クレーム	シェルナース組立/積出港	組立/積出 ⁸ 期間中 1 回	INAPESCA
騒音・振動	騒音、健康被害報告、クレーム	シェルナース組立/積出港	組立/積出期間中 1 回	INAPESCA
悪臭	臭気、健康被害報告、クレーム	シェルナース組立/積出港	組立/積出期間中 1 回	INAPESCA
労働環境	労働基準に沿ったチェックリストによる確認	シェルナース組立/積出港、運搬船	組立/積出/沈設期間中 1 回	INAPESCA
工事中的の影響	事故報告記録、講習実績	シェルナース組立/積出港、運搬船	組立/積出/沈設期間中 1 回	INAPESCA

3-6-11 ステークホルダー協議

普及・実証事業に関係するステークホルダーとして、カウンターパート機関の INAPESCA の他、CONAPESCA、SEMARNAT、BCS 州政府、UABCS、FDM、ROC が挙げられ、ステークホルダー会議を第 3 回現地調査時の 1 月 22 日、24 日、26 日に開催し、普及・実証事業の実施について関係者間で合意を得た。



協議の様子 1



協議の様子 2

⁸ シェルナースの組立・積出作業期間は約 2 ヶ月程度を想定している。

3-6-12 環境チェックリスト（水産業）

表 18：環境チェックリスト（水産業）

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA 及び環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書（EIA レポート）等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)N (b)N (c)N (d)N	(a) 未実施。普及・実証事業の実施が確定後速やかに申請を行い、EIA 調査を実施する。 (b)上記調査結果を基に判断される。 (c)同上 (d)必要無し。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容及び影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)Y (b)Y	(a)普及・実証事業の計画につき、第3回現地調査時の1月22日、24日、26日にBCS州政府、INAPESCA、CONAPESCA、SEMARNAT及び漁業者組織等に対して説明を行い、理解を得た。 (b)対象サイトや対象魚種等、事業内容について漁業者との協議結果を反映させ立案している。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a)Y	(a)シェルナース沈設サイトは、メキシコ側行政・研究・漁業者・NGOとの協議を通じ、自然条件、環境社会的影響、事業費等を総合的に鑑み選定された。
2 汚染対策	(1)水質	(a) 水産養殖池等からの排水による周辺水域の汚染防止に配慮されるか。餌料、薬品/抗生物質等について、適切な使用基準が定められ、それらを周知徹底する体制が整えられるか。 (b) 養殖池、加工施設、漁船等からの排水及び周辺域の水質は当該国の排水基準・環境基準等と整合するか。	(a)N (b)N	(a)本事業で使用するシェルナースは海中への沈設を行うものであり、陸上施設からの排水等は発生しない。 (b)同上
	(2)廃棄物	(a) 廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか（特に加工施設）。	(a)N	(a)本事業では、廃棄物として処分される貝殻を有効利用するため、新たに廃棄物が発生することは無い。
	(3)騒音・振動	(a) 騒音、振動は当該国の基準等と整合するか（特に加工施設）。	(a)Y	(a)同事業で発生する騒音・振動はシェルナース運搬時の車両、重機、船舶によるもので、同国基準に適合した機材を使用する。
	(4)悪臭	(a) 悪臭源はあるか。悪臭防止の対策はとられるか（特に加工施設）。	(a)Y	(a)シェルナースの基質として使用する貝殻の臭気が一次的に発生すると想定されるものの、迅速な組立・運搬作業により露出時間を少なくするなどの対策を実施

				し影響を低減する。海中に沈設後は影響無い。
3 自然 環 境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a)同事業のサイトは保護区内に立地しない。また、保護区への影響は見込まれない。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。	(a)N	(a)同事業のサイトは左記項目を含まない。
		(b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。	(b)N	(b)同上
		(c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。	(c)N	(c)同事業では生態系への負の影響は見込まれない。
		(d) 水生生物に悪影響を及ぼす恐れはあるか。影響がある場合、対策はなされるか。	(d)N	(d)同事業による悪影響は見込まれない。
	(e) 植生、野生動物に悪影響を及ぼす恐れはあるか。影響がある場合、対策はなされるか。	(e)N	(e)同上	
	(f) 水生生物や魚類の過剰採取はないか。生態系への影響の少ない漁法であるか。漁具が放置され、生態系に影響を与えることはあるか。	(f)N	(f)同事業サイトは通常漁業操業が行われておらず、また、漁業操業が制限されている海域のため左記の影響は見込まれない。	
	(g) 水産養殖餌料による水域の富栄養化、赤潮の発生はあるか。富栄養化に対する対策は考慮されるか。	(g)N	(g)同事業による左記現象の発生は見込まれない。	
	(h) 外来種（従来その地域に生息していなかった）、病害虫等が移入し、生態系が乱される恐れはあるか。対策は準備されるか。	(h)N	(h)同事業で使用する貝殻はサイトと同一海域で採捕された個体であるため左記の事態発生は見込まれない。	
	(3)水象	(a) 内陸、沿岸部への養殖池の設置等による水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a)N	(a)構造物を海中に沈設するが、構造物は空隙を有するため、海流・潮流に変化を及ぼすような影響は無い。
	(4)地形・地質	(a) 沿岸部の造成に伴い、計画地周辺の地形・地質構造の大規模な改変、地盤沈下や自然海浜の消失は生じるか。	(a)N	(a)地形や地質変化への影響は想定されない。
4 社 会 環 境	(1)住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。	(a)N	(a)本事業サイトは海中のため住民移転は生じない。
		(b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。	(b)N	(b)同上
		(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。	(c)N	(c)同上
		(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。	(d)N	(d)同上
		(e) 補償方針は文書で策定されているか。	(e)N	(e)同上

	<p>るか。</p> <p>(f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。</p> <p>(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。</p> <p>(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。</p> <p>(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。</p>	<p>(f) N</p> <p>(g) N</p> <p>(h) N</p> <p>(i) N</p> <p>(j) N</p>	<p>(f) 同上</p> <p>(g) 同上</p> <p>(h) 同上</p> <p>(i) 同上</p> <p>(j) 同上</p>
(2)生活・生計	<p>(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響はあるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p> <p>(b) 水域利用に係る権利（漁業権等）の配分は適切に行われるか。</p> <p>(c) 水を原因とする、もしくは水に係る疾病（住血虫症、マラリア、糸状虫症等）は生じるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮が行われるか。</p>	<p>(a) N</p> <p>(b) Y</p> <p>(c) N</p>	<p>(a) 同事業サイト1及びサイト2では漁業者による漁業操業は行われていないため、影響は見込まれない。</p> <p>(b) サイト1は漁業管理区域に当たるためシェルナース沈設後も漁業操業は行われぬ。サイト2は水深が浅く普段漁業操業が行われていない海域であるが、一般海域のため漁業操業は原則自由である。シェルナース沈設サイトを荒らされる可能性があるためCONAPESCAに指定漁業者操業許可（FFP）を要するエリアとして認定してもらい管理を行う。</p> <p>(c) 同事業による左記現象は見込まれない。</p>
(3)文化遺産	<p>(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。</p>	<p>(a) N</p>	<p>(a) 同事業サイトは左記項目に該当しない。</p>
(4)景観	<p>(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。</p>	<p>(a) N</p>	<p>(a) 同事業サイトは海中のため影響は見込まれない。</p>
(5)少数民族、先住民族	<p>(a) 少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。</p> <p>(b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。</p>	<p>(a) N</p> <p>(b) N</p>	<p>(a) 同事業サイトでは少数民族、先住民族は存在しない。</p> <p>(b) 同上</p>
(6)労働環境	<p>(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。</p> <p>(b) 労働災害防止に係る安全設備の</p>	<p>(a) Y</p> <p>(b) Y</p>	<p>(a) シェルナース製作、搬送、沈設作業に係る労働環境関連法との整合性は、同事業実施中に確認・モニタリングを行う。</p> <p>(b) 作業中のヘルメット、手袋、</p>

		設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育(交通安全や公衆衛生を含む)の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられているか。	(c)Y (d)N	安全靴の着用や夜間作業の制限など、安全配慮を行う予定。 (c)作業員の安全指導を徹底する予定。 (d)本事業で警備要員配置の予定はない。
5 そ の 他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染(騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等)に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境(生態系)に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y (b)N (c)N	(a)本事業により想定されるのは騒音、振動、粉塵、排ガスの影響である。これらはシェルナース運搬時の車両、重機、船舶は同国基準に適合した一般機材を使用するため極めて軽微である。 (b)本事業による悪影響は見込まれない。 (c)同上
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどうのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制(組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性)は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a)INAPESCA が責任機関となり、騒音、振動、粉塵、排ガスについてシェルナースの搬出・沈設期間中各々1回モニタリングを実施する。 (b)同上 (c)同上 (d)同上
6 留 意 点	他の環境チェックリストの参照	(a) 加工貯蔵施設については、必要に応じて鉱工業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。 (b) 必要な場合は、港湾に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること(港湾設備が合わせて整備される場合等)。	(a)N (b)N	(a)同事業は左記施設に該当しない。 (b)同上
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する(廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等)。	(a)N	(a)同事業では、左記に挙げられている事項に悪影響を及ぼすことは見込まれない。

3-7 期待される開発効果

3-7-1 普及・実証事業

(1) 貝殻廃棄物削減効果

普及・実証事業では、シェルナース 1 基あたり約 0.6 トンの貝殻廃棄物を再利用する計画であり、合計で 5 基を製作することから、合計約 3 トンの貝殻廃棄物の削減効果が見込まれる。

(2) 生態系機能向上効果

1) 生態系の生産性向上効果

日本国内における調査では、シェルナースの貝殻 1m³ (約 300kg) 当たり約 140kg の餌料生物が増加する結果となっており、年間約 37kg の魚類の増産効果を見込むことができる。この数値からシェルナース 5 基 (貝殻 3 トン) を沈設した際の魚類の増産量は約 0.4 トンを見込むことができる。また、シェルナース 1 空 m³ 当たり 8kg 以上の魚群が集まると、100 空 m³ 規模のシェルナースを 5 基設置した際に、4 トン以上の魚類の集魚効果が見込まれる。

2) 生態系の多様性維持効果

本案件化調査で実施したカリフォルニア湾ラパス近海の 2 カ所においては、86~95 種、1,846~2,880 個体の生物が 0.032m³ (約 10kg) のシェルナース (貝殻) から確認されている。上記調査結果は、設置してから非常に短期 (3 カ月~6 カ月) で引き上げたシェルナースから判明したものであり、長期的にはさらに生物種が増えることが予想され、日本国内の事例に鑑みると 100~200 種ほどは期待できる。また個体数については、普及・実証事業で沈設する予定のシェルナース 5 基 (貝殻 3 トン) に当てはめると 55~86 万個体以上の増加が見込まれる。

(3) その他

普及・実証事業では、現地の建設会社にシェルナースの組立を行ってもらうことから、同社の売上増加に貢献する。またシェルナースの組立の過程で、貝殻廃棄物をシェルナース基質に充填するための業務を現地の漁業組合等に委託することから、同漁業関係者の収入増加にも貢献すると考えられる。

3-7-2 技術協力プロジェクト

(1) 貝殻廃棄物削減効果

カリフォルニア湾に面した 3 州 (BC 州、ソノラ州及びシナロア州) にて、普及・実証

事業と同型のシェルナースを毎年各州の 10 カ所に 10 基ずつ沈設した場合、3 州合計で毎年約 180 トンの貝殻廃棄物削減が期待される。また、シェルナースを囲むように貝殻廃棄物を積み置いた場合、削減量はさらに多くなる。

(2) 生態系機能向上効果

1) 生態系の生産性向上効果

日本国内における調査では、シェルナースの貝殻 1m³ (約 300kg) 当たり約 140kg の餌料生物が増加する結果となっており、年間約 37kg の魚類の増産効果を見込むことができる。この数値からシェルナース 400 基 (貝殻 1,200 トン) を沈設した際の魚類の増産量は約 149 トンを見込むことができる。また、シェルナース 1 空 m³ 当たり 8kg 以上の魚群が集まると、100 空 m³ 規模のシェルナースを 400 基設置した際に、320 トン以上の魚類の集魚効果が見込まれる。

2) 生態系の多様性維持効果

本案件化調査で実施したカリフォルニア湾ラパス近海の 2 カ所においては、86~95 種、1,846~2,880 個体の動物が 0.032m³ (約 10kg) のシェルナース (貝殻) から確認されている。上記調査結果は、設置してから非常に短期 (3 カ月~6 カ月) で引き上げたシェルナースから判明したものであり、長期的にはさらに生物種が増えることが予想され、日本国内の事例に鑑みると 100~200 種ほどは期待できる。また個体数については、普及・実証事業で沈設する予定のシェルナース 400 基 (貝殻 240 トン) に当てはめると 0.46~0.72 億個体以上の増加が見込まれる。

3-7-2 JMPP 等第三国研修

(1) 貝殻廃棄物削減効果

JMPP 等第三国研修の対象となるカリブ地域諸国にも、メキシコのように採貝漁業が活発な国があり、2015 年におけるキューバやドミニカ共和国の貝殻廃棄物量はそれぞれ 2,306 トン、1,472 トンである⁹。それら諸国においても、普及・実証事業と同型のシェルナースを毎年 10 カ所に 10 基ずつ沈設した場合、毎年約 62 トンの貝殻廃棄物削減が期待される。

(2) 生態系機能向上効果

⁹ FAO Online Query Panels 「Global Production Statistics」

1) 生態系の生産性向上効果

日本国内における調査では、シェルナースの貝殻 1m³ (約 300kg) 当たり約 140kg の餌料生物が増加する結果となっており、年間約 37kg の魚類の増産効果を見込むことができる。この数値からシェルナース 100 基 (貝殻 62 トン) 沈設した際の魚類の増産量は約 8 トンを見込むことができる。また、シェルナース 1 空 m³ 当たり 8kg 以上の魚群が集まると、100 空 m³ 規模のシェルナースを 100 基設置した際に、80 トン以上の魚類の集魚効果が見込まれる。

2) 生態系の多様性維持効果

本案件化調査で実施したカリフォルニア湾ラパス近海の 2 カ所においては、86~95 種、1,846~2,880 個体の動物が 0.032m³ (約 10kg) のシェルナース (貝殻) から確認されている。上記調査結果は、設置してから非常に短期 (3 カ月~6 カ月) で引き上げたシェルナースから判明したものであり、長期的にはさらに生物種が増えることが予想され、日本国内の事例に鑑みると 100~200 種ほどは期待できる。また個体数については、普及・実証事業で沈設する予定のシェルナース 100 基 (貝殻 62 トン) に当てはめると 0.12~0.18 億個体以上の増加が見込まれる。

3 - 8 その他、メキシコ以外の国における ODA 案件化概要

3-2-2、3-5-3、3-7-2 で詳述している通り、カリブ地域諸国を対象とした生態系保全・水産資源管理分野における JMPP 等第三国研修が考えられる。

第4章 ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

シェルナースは、「貝殻を再利用した人工魚礁」であり、1) 貝殻を充填した基質と、2) 対象魚種に合わせて基質を配置するための構造物からなる。基質に充填する貝殻は、メキシコのカリフォルニア湾から陸揚げされたものでないと、カリフォルニア湾の生態系を脅かすことに繋がる。また、その貝殻を充填する基質は、メキシコで製作しない限りメキシコの漁業者及び漁業関係者（特に高齢者や女性等）に対して収入増加の便益をもたらさないため、貝殻基質は現地メキシコで製作する。なお、貝殻基質の製作に当たっては、現地の建設会社が貝殻を充填するためのメッシュパイプを漁業者組合等（特に高齢者や女性等）に提供し、それらがその提供されたメッシュパイプの中に貝殻を充填していく。

貝殻基質を格納するための構造物の組み立てには、特段高度な技術は要さないため、メキシコで組み立てることで、現地の建設会社の売上増加、雇用創出に繋がるようにする。海洋建設㈱としては、シェルナースのパーツを現地の建設会社に輸出販売することで、売上を立てることを考えている。現時点で想定するビジネスモデルの仕組みは下図の通り。

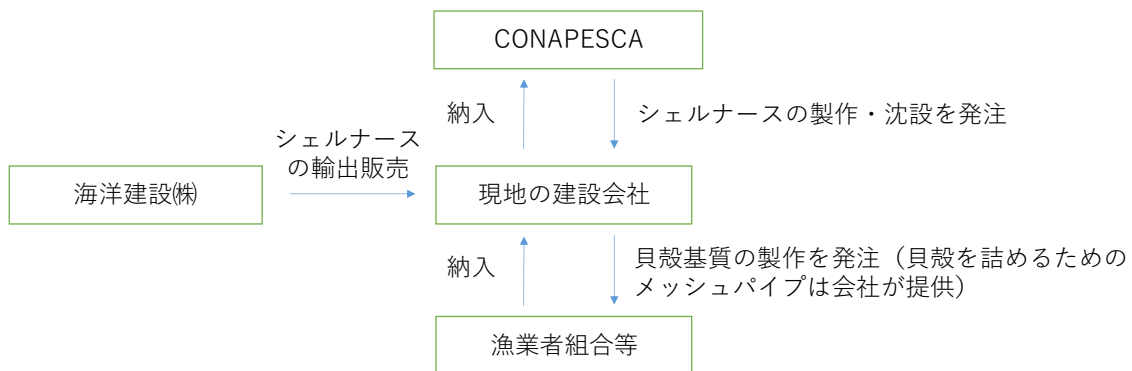


図 20：現地でのビジネスモデルの仕組み

また、カリフォルニア湾で全面的に展開するに当たっては、普及・実証事業で作成する里海計画に基づいて、INAPESCA/CONAPESCA 主導で、対象 4 州と協力しながら展開する計画である。

4-2 市場分析

非公開

4 - 3 バリューチェーン

非公開

4 - 4 進出形態とパートナー候補

非公開

4 - 5 収支計画

非公開

4 - 6 想定される課題・リスクと対応策

非公開

4 - 7 期待される開発効果

(1) 貝殻廃棄物削減効果

普及・実証事業後のビジネス展開計画においても、普及・実証事業と同じ型のシェルナースを沈設していく計画であることから、シェルナース 1 基あたり約 3 トンの貝殻廃棄物を再利用することができる。上述の通り、2028 年に 3 億円（シェルナース 200 基分）の売上が立つと仮定すると、合計約 125 トンの貝殻廃棄物の削減効果が見込まれる。

(2) 生態系機能向上効果

1) 生態系の生産性向上効果

日本国内における調査では、シェルナースの貝殻 1m³（約 300kg）当たり約 140kg の餌料生物が増加する結果となっており、年間約 37kg の魚類の増産効果を見込むことができる。この数値からシェルナース 200 基（貝殻 125 トン）を沈設した際の魚類の増産量は約 15 トンを見込むことができる。また、シェルナース 1 空 m³ 当たり 8kg 以上の魚群が集まると、100 空 m³ 規模のシェルナースを 200 基設置した際に、160 トン以上の魚類の集魚効果が見込まれる。

2) 生態系の多様性維持効果

本案件化調査で実施したカリフォルニア湾ラパス近海の 2 カ所においては、86～95 種、

1,846～2,880 個体の生物が 0.032m³ (約 10kg) のシェルナース (貝殻) から確認されている。上記調査結果は、設置してから非常に短期 (3 カ月～6 カ月) で引き上げたシェルナースから判明したものであり、長期的にはさらに生物種が増えることが予想され、日本国内の事例に鑑みると 100～200 種ほどは期待できる。また個体数については、普及・実証事業で沈設する予定のシェルナース 200 基 (貝殻 125 トン) に当てはめると 0.23 億個体～0.36 億個体以上の増加が見込まれる。

(3) その他

当面のビジネスモデルは、事業費を海洋建設(株)と現地の建設会社とで半々とするものであることから、現地の建設会社においてはシェルナースの製作に係る雇用が生まれ、製作の過程で貝殻廃棄物をシェルナース基質に充填するための仕事を現地の漁業組合等に委託することから同漁業関係者にも便益が及ぶと考えられる。

4 - 8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

海洋建設(株)は、普及・実証事業及びビジネスベースでの海外展開を通じて売上を更に伸ばし、地元へ納税することで経済貢献したいと考えている。また同様にメキシコでの展開を図るために、追加で 2 名の新卒採用枠を設けることとし、これまでと同様に全国の大学の水産学部等の卒業生を対象に、倉敷市児島での雇用を継続提供することで、微力ではあるが地元へ社会貢献したいと考えている。

更に、普及・実証事業で里海計画 (沿岸水産資源共同管理計画) 作成に係る本邦受入研修を実施するように、このモデルをメキシコの他州やカリブ地域諸国へ展開することにより、里海計画に関心を持つ海外の関係者を、倉敷市児島に招聘することで人材の交流を図りたい。

また、NPO 里海づくり研究会と緊密に連携していくことで、里海に係る情報発信を積極的に行い、人材交流を進めながら沿岸域管理のモデルとしての里海計画有効性を訴えていきたいと考えている。

Summary

1. Development issues in Baja California Sur (BCS), Mexico

Approximately forty four percent of fish caught in Mexico comes from the Gulf of California, and BCS is one of the three greatest states that supply fish together with Sonora and Sinaloa. As a result of fishing activities over the past twenty years in the three states, however, BCS is most affected because catchment volumes of sardines, sea bass, groupers, snappers, and sea bream dramatically dropped from 175,000 ton in 2008 to 13,600 ton in 2009 and have been at the level of 140,000 ton until 2015. The recent catchment volumes are approximately twenty percent less, compared to the volumes in 2008, and its reduction rate is greatest among the three states.

Consequently, fishery economy in BCS has also been deteriorating. According to Federación Dos Mares that catch fish near La Paz, BCS, fishermen's average annual income dropped from MXN 20,000 in 2012 to MXN 10,000 in 2016. Deterioration of fishery economy is severer in BCS than in Sonora and Sinaloa, because eighty five percent of fish caught in BCS is caught by artisanal fishermen (unlike fifteen percent for Sonora and eighteen percent for Sinaloa).

Accumulated volumes of waste shells are also greater in BCS than in Sonora and Sinaloa.

Besides, while there exist 911 marine species in the Gulf of California, 82 of them are endangered species. In the areas of La Paz, BCS, it is said that there exist 823 species including those endangered species.

The national development plan and the sector policies in Mexico as well as the regional development plan in BCS mention necessities to respond to the aforementioned development issues. The Japanese ODA policies to Mexico reflecting the Mexican plans and policies also mention its intention to respond to them.

Since the 12th Conference of the Parties (COP) of the Convention on Biological Diversity (CBS) has pointed out that achieving the "Aichi Biodiversity Targets" agreed during the COP 10 requires further actions, Japanese Government and JICA have been working on strengthening activities related to conservation of biodiversity.

2. Company, and product/technology

Ocean Construction Co. Ltd is a company in Okayama, Japan that develops artificial reefs called Shellnurse and researches fishing grounds and marine environment in general. It has installed over

12,000 units of Shellnurse all across Japan.

Shellnurse is artificial reefs that reuse waste shells. It consists of 1) units filled with waste shells, and 2) a structure changing its form depending on fish. Characteristics of Shellnurse are that it can decrease volumes of shell wastes because it reuses waste shells as a resource, not as a waste, that it can increase fishermen's (especially elder people's and women's) income by providing them with opportunities to engage in producing it, and that it can improve productivity of ecosystem at sea. It is also noteworthy that it is a low-tech product and requires no maintenance once it has been installed on the seabed.

Besides, since Shellnurse is good at formulating a pyramid of ecosystem on which various microorganisms and marine animals are founded, it can contribute to conserving biodiversity at sea, as Ocean Construction Co., Ltd has frequently found endangered marine species in Japan.

In order for Ocean Construction to make sure if Shellnurse is also applicable to the Mexican environment, the Feasibility Survey carried out two times of identification work of microorganisms and marine animals residing in small type of Shellnurse called Kai-so Kun that were installed on the seabed of the Gulf of California for a certain period. It then turned out that there was no big difference in the types and number of microorganisms and marine animals found in Kai-so Kun between Japan and Mexico. Since the microorganisms and marine animals found in Kai-so Kun are preys that fish decreasing in the Gulf of California prefer, Ocean Construction Co. Ltd reasonably expects that large type of Shellnurse installed near La Paz will contribute to increasing population of such fish.

Besides, the Feasibility Survey found there were 10 endangered species inside Kai-so Kun, which are listed in the red list of threatened species of International Union for Conservation of Nature (IUCN). It is expected that Shellnurse can contribute to conserving biodiversity.

3. Formulating Official Development Assistance (ODA) projects

One of the ODA projects that can be conceivable is the verification survey with the private sector for disseminating Japanese technologies (the Survey). The Survey intends to reduce volumes of shell wastes by filling shells from the sea in units of Shellnurse. Since it is going to reuse 0.6 ton of waste shells per Shellnurse and produce 5 sets of Shellnurse, it is assumed that it will reuse 3 ton of waste shells. Then, the Survey is going to monitor effects of Shellnurse installed on the seabed on improving ecological functions during the survey period. It is difficult to clearly forecast its effects

now, but Ocean Construction Co., Ltd assumes based on its experiences in Japan that productivity of such fish as sardines, groupers, and snappers will be higher. During the Survey, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) will establish a Sato-Umi council and then it will make a Sato-Umi plan of the Bay of La Paz of the Gulf of California. By doing so, it is going to promote reduction of waste shells and improvement of ecological functions all over the Bay. At the Survey, INAPESCA Headquarters will be the main counterpart and the branch office of INAPESCA in BCS will be the operator of installed Shellnurse. The period of the Survey will be 3 years and the cost of the Survey will be JPY 100 million.

During the Survey, Ocean Construction Co., Ltd also intends to consider formulations of a technical cooperation project that builds capacity of INAPESCA in marine conservation and a third country training program that targets Caribbean countries.

According to the Mexican laws, “Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente” and “Reglamento de La Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental”, Environmental Impact Assessment (EIA) is required for fishery, aquaculture, and agricultural activities that may threaten conservation of species or endanger ecosystem. However, when it turns out as a result of the Survey that Shellnurse does not have any negative impacts on natural and social environment or has positive impacts far exceeding negative ones in the Gulf of California, there is a possibility that Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) may waive any EIA for future use of Shellnurse in the Gulf of California.

4. Business operation plans

As mentioned before, Shellnurse consists of 1) units filled with waste shells, and 2) a structure changing its form depending on fish. When producing Shellnurse, Ocean Construction Co., Ltd plans to use a local constructing company, because Shellnurse is easy to produce and requires no specific skills. This way, it intends to create jobs for local construction companies in Mexico. The local construction companies will also provide fishery associations or fishermen, especially elder people and women, with units of mesh pipes for them to put waste shells in, so that they will have opportunities to earn extra income. There is a single note that shells that will be filled in the units must be shells from the Gulf of California, because shells from other origins may endanger ecosystem of the Gulf of California. Ocean Construction Co. Ltd is intended to earn income from its

business operations in Mexico by exporting parts of Shellnurse from the local construction companies.

As for business operations after the Survey, Ocean Construction Co., Ltd is intended to install Shellnurse all over the Bay of La Paz of the Gulf of California based on the Sato-Umi plan which INAPESCA/CONAPESCA will take the lead in implementing. In Mexico, besides, there are sixteen states other than the four states facing the Gulf of California. Since the situation of the three states (BC, Sonora, and Sinaloa) facing the Gulf of California and the five states (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, and Yucatan) facing the Gulf of Mexico seems similar to BCS facing the Gulf of California, it plans to promote Shellnurse in those states.

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects Mexico, Sustainable Fishery with using Shellnurse

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : Ocean Construction Co., Ltd
- Location of SME : Kurashiki, Okayama Pref., Japan
- Survey Site ▪ Counterpart Organization : La Paz ▪ Baja California Sur Govt.



Shellnurse

Concerned Development Issues

Baja California Sur (BCS) is one of the three greatest producing regions of fishery in Mexico. Due to development of the fishery industry over the past 20 years, however, BCS now faces the most significant reduction of marine resources amongst the three regions, resulting in deterioration of fishery economy. It also has a serious issue of piled shells after use.

Products and Technologies of SMEs

Shellnurse is artificial reefs that reuse shells after use. It has great effects of improving ecosystem functions of marine organism by improving productivity of and maintaining diversity of ecosystem.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

【Proposed Official Development Assistance Projects】 JICA's Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Sustainable Fishery by Means of Shellnurse

【Expected Impacts】 1) Recovery of marine resources by using Shellnurse as artificial reefs, 2) Increases and creations of fishermen's income and employment by constructing Shellnurse and improving ecological functions, 3) Reduction of accumulated shells after use by reusing them for Shellnurse, and 4) Conservation of biodiversity.

別添資料

面会者リスト

非公開