

第4章 海洋資源開発関連産業

第4章 海洋資源開発関連産業

前章の冒頭部分に記述したように、国では平成30年代後半の民間企業が主導する商業ベースのプロジェクトが開始される想定のもと、海洋基本計画に基づいた施策が進行している。

このような状況下、本県でも、本県近海における海洋資源開発を視野に入れながら、海洋資源開発に関連する事業の周辺における支援産業の構築を検討する。

1. 海洋資源関連産業の概要

海洋基本計画では、国が平成25年からおおむね5年間、重点的に推進する取組の1つとして、海洋産業の振興と創出を定めている。ここでは、海洋エネルギー・鉱物資源の開発及び海洋再生可能エネルギーの利用促進を図るような産業と併せて、海洋の開発・利用・保全等を担う新たな海洋産業の創出に重点を置く事も記されている。

本編では、海底鉱物資源の開発に関連する周辺産業の振興について、可能性の検討を行う。

海底鉱物資源の開発では、海底鉱物資源の海底面での「探査」、「採鉱」、「選鉱」、「製錬」、「研究」の一連の開発工程において想定されるシステム全般に関連する分野を検討する。さらに、当該システムを周辺から支援する産業を興すための芽だしとなる研究開発の可能性についても検討を進める。

沖縄県下の体制で実施可能性が比較的高く、かつ取り組む必要性の高い産業は、海底熱水鉱床の「掘削」、「採鉱」、及び「揚鉱」の際、環境の変化をいち早く捉えるようモニタリングを行う海洋ロボットやセンサー技術を組み合わせた環境保護及び監視等である。

また、「揚鉱」後、海底鉱物資源を海上で安全に一時的に貯蔵し、必要なタイミングで他船に積出しを行うための機能性の高い洋上構築物（機能性フロート）や、それら洋上構築物に不可欠な電力供給を行う発電船等の研究開発も有望である。

これらの取り組みに意義があり、かつ実施可能性が比較的高い取り組みについて、すでに琉球大学による機能性フロート研究や発電船等の研究が始まっている。また、沖縄高専等によるオニヒトデ駆除ロボット研究や水中可視光通信の機器を開発している企業が立地しており、海洋ロボット・プレ大会も琉球大学産学官連携推進機構が主催となり開催を計画している等、沖縄県が将来的にこれら海洋ロボットの研究開発の中心となる可能性も有している。

海洋ロボットの開発目的としては、海底熱水鉱床の掘削・採鉱時に副次的に抽出されると思われるヒ素等の有害物質について、これらが沖縄の他海域に流出し、環境に悪影響を与えるのを未然に防ぐためのモニタリング等が考えられる。海底熱水鉱床の開発場所が人員の活動が難しい海底面付近のため、海洋ロボットの技術は有用である。

また、サポート船等の寄港地として、沖縄の港湾が活用されると、物資補給や人員の保養等、更に、これら船舶の補修・メンテナンス業務等の経済的な効果が期待できる。

以下に、これらの研究開発の取り組みについてそれぞれ記述する。

2. 海洋資源の「探査」と「研究」に関連する産業

以下に、沖縄における海底熱水鉱床やその他海洋資源の「探査」や「研究」に関連する産業について、整理の観点から、(1) 資源量評価分野、(2) 環境影響評価分野、(3) 資源開発技術分野、(4) その他に分け、海洋資源関連産業の可能性の検討を進める。

2.1. 資源量評価分野

今後、国では海洋基本計画の実施にともない、海洋資源探査・調査観測へのニーズは高まっていく事が想定される。それに伴い、海洋調査の活動頻度が高まり、公共サービス事業としての海底熱水鉱床の探査活動も規模・頻度共に高まる事が想定される。未だ調査されていない海域も多く、従って海底熱水鉱床の新たな発見もあると想定される。

これら海洋資源の探査事業は、あくまで公共サービス事業であり、公募により発注される。一般的には、海洋資源開発の特定分野における高度の専門性と、特定分野の業務実績を有する企業が、公募を経て採択される事となる。

沖縄における海底熱水鉱床の探査事業の増加は見込めるが、沖縄県の地元企業がこれら公募に応募し、採択される可能性があるか、更なる検討が必要である。

ここでは沖縄において可能性が高いと思われる海洋資源開発関連産業の各分野について、以下に記述していく。

(1) 海洋調査船等の運航・管理サービス事業

海洋資源探査や調査及び観測は、国や地方自治体、或いは独立行政法人等の所有する船舶により実施される。これら船舶の運航管理やメンテナンス、補給等の事業については、民間の船舶運航会社に委託されている。委託の内容は、たとえば以下となる。

【海洋調査船の運航・管理業務】

- ・ 船員（航海士、機関士、電子士、甲板部員、機関部員等）の配乗
- ・ 停泊する港や岸壁の手配業務、水・油・資材等の各種補給業務
- ・ 入出港や外国への入出国に係わる事務手続き
- ・ 機械の修理、定期検査・中間検査の手配・監督業務等
- ・ 陸上における改造・保守整備・受検・補給・その他工事に関わる計画全般

本サービス事業に関連する事業を実施している事業者も、県内にある程度あると思われるが、その数は産業と呼べる程に成長しているとは言い難い。このような状況を改善し、更なる産業振興の可能性を向上させる策の1つとして、これら事業の誘致及び拠点形成化を支援するような、各種行政施策を展開する方法が挙げられる。例えば、これら海洋調査船の運航・管理等のサービス事業の拠点として、本県が適地として選定可能となれば、これら事業の産業の集積の可能性が高まる。これにより、本県の企業がこれら

事業に従事する機会も創出できると思われる。

ここで、本県が適地として選定されるための課題を以下に記述する。

海底熱水鉱床の主な調査海域である伊平屋北海丘などの位置関係から、これら海洋調査船等の運航・メンテナンス拠点は沖縄本島の北西岸が望ましい、という事業内におけるヒアリング結果を得ているため、検討の必要がある。しかし、当地域におけるメンテナンス基地となれるようなインフラ、周辺設備が整っていない、那覇空港からの距離が遠い等、条件が十分に整備されているとは言い難い状況がある。

港地としては、移動コスト、時間、那覇空港からの距離、インフラ、周辺施設の充実度の観点より、現在調査対象海域である沖縄トラフ側の、那覇市・浦添市の各港が活用しやすいが、那覇ふ頭については、海洋調査船の寄港に必要な水深を満たしておらず、底泥の浚渫が必要となり、課題となる。また、那覇の各港は定期船で混み合っており、入港数日前にならないと停泊岸壁が決まらない等も課題となる。

入港地選定条件としては、波浪潮汐の影響を考慮して水深 9m 以上が必須である。可能であれば 10m 以上を有し、岸壁長 200m 以上を有する岸壁が望ましい。また、200t クレーン車などを岸壁に横着けして荷役作業ができ、20 フィートコンテナなどの置き場所を確保する必要がある場合がある。

また、その岸壁規模は水深 8m 以上、岸壁長 150m 以上が望ましい。また、飲料水の補給設備があることも必須条件となる。地球深部探査船「ちきゅう」の様な大型掘削機器や各種探査機器を船底に装備する大型特殊船の寄港地としては、水深 12m 以上、岸壁長は 450m 以上が望ましい。

更に、大型の可搬式観測機器を一時保管可能なヤードと倉庫等合わせて 340 m²程度の保管場所があると沖縄周辺の航海の起点として選定される可能性が高まる。また、最大 30t を荷揚げ搭載できる海洋調査船専用の荷役設備があれば、さらに望ましい。また、海洋調査船で採取したコア等の岩石類を、パレット上で一時保管出来るような専用施設が沖縄県にあると拠点港としての可能性が高まる、とのヒアリング結果も得ている。

2.2. 環境影響評価分野

環境影響要因としては、海底での資源採掘では、海底地形の改変、採掘にともなう懸濁物の拡散、溶出する重金属成分（例：ヒ素、水銀、カドミウム、亜鉛等）の拡散、海上作業にともなう汚染などが懸念される。

これらを開発可能性の観点から評価する「鉱床の評価」のプロセスに、沖縄県の企業及び学術研究機関が、事業として関与する事が出来ると、当産業振興の可能性が高まると思われる。

また、資源採掘が海洋の生態系や生物多様性に与える影響を的確に評価し、調和の取れた開発ができるように管理するためには、産学官での情報交換と協働が必要となる。また、環境影響評価に関連する事前調査やモニタリング調査については、地元の一層の協力が必要になると思われる。

更に、海洋資源開発の環境影響評価に係る情報収集、技術力向上に努め、国等から委託される環境影響評価等に関連する調査の公募状況等の内容について、最新の情報を継

続的に把握しておく必要がある。

2.3. 資源開発技術（採鉱技術）分野

海洋資源開発技術、特に採鉱技術分野における研究開発事業に関与するためには、沖縄県（産学官）としては、資源開発技術（採鉱技術）分野に係る情報収集、技術力向上に努め、JOGMEC、JAMSTEC等の公募内容等について最新の情報を継続的に把握しておく必要がある。

また、琉球大学ほか県内所在の高等教育・研究機関にて以下に示す協力が出来ると、当分野における産学連携事業及び学術研究面での拠点形成化の可能性が高まる。

- ・ 熱水供給量の評価のための熱水試料の化学分析・研究
- ・ 海洋調査船上で粗選別した試料のうち、すぐには分析に供さないものの一時収蔵
- ・ 鉱石・岩石試料の基本的な成分の化学分析・鉱物分析・同位体分析
- ・ 資源形成に役割を果たした海底熱水周辺の地質学的、変質岩石学的検討
- ・ 調査における基本的な船上作業・解析での人材募集

2.4. その他

(1) 製錬技術（選鉱・製錬技術）分野

資源開発技術、特に製錬技術（選鉱・製錬技術）分野における研究開発事業に関与するためには、当分野に係る情報収集、技術力向上に努め、JOGMEC、JAMSTEC等の公募内容等について最新情報を継続的に把握しておく必要がある。

特に、当分野の事業において、委託先企業に求められる技術、資格、設備、技術者の要件等について情報を把握し、産学官連携事業にて当分野にて事業に参画可能となる条件の整備と技術及び研究面の充足化を図る等、本県におけるこれら要件を包括的に満たすべく努める必要がある。

(2) バイオ分野

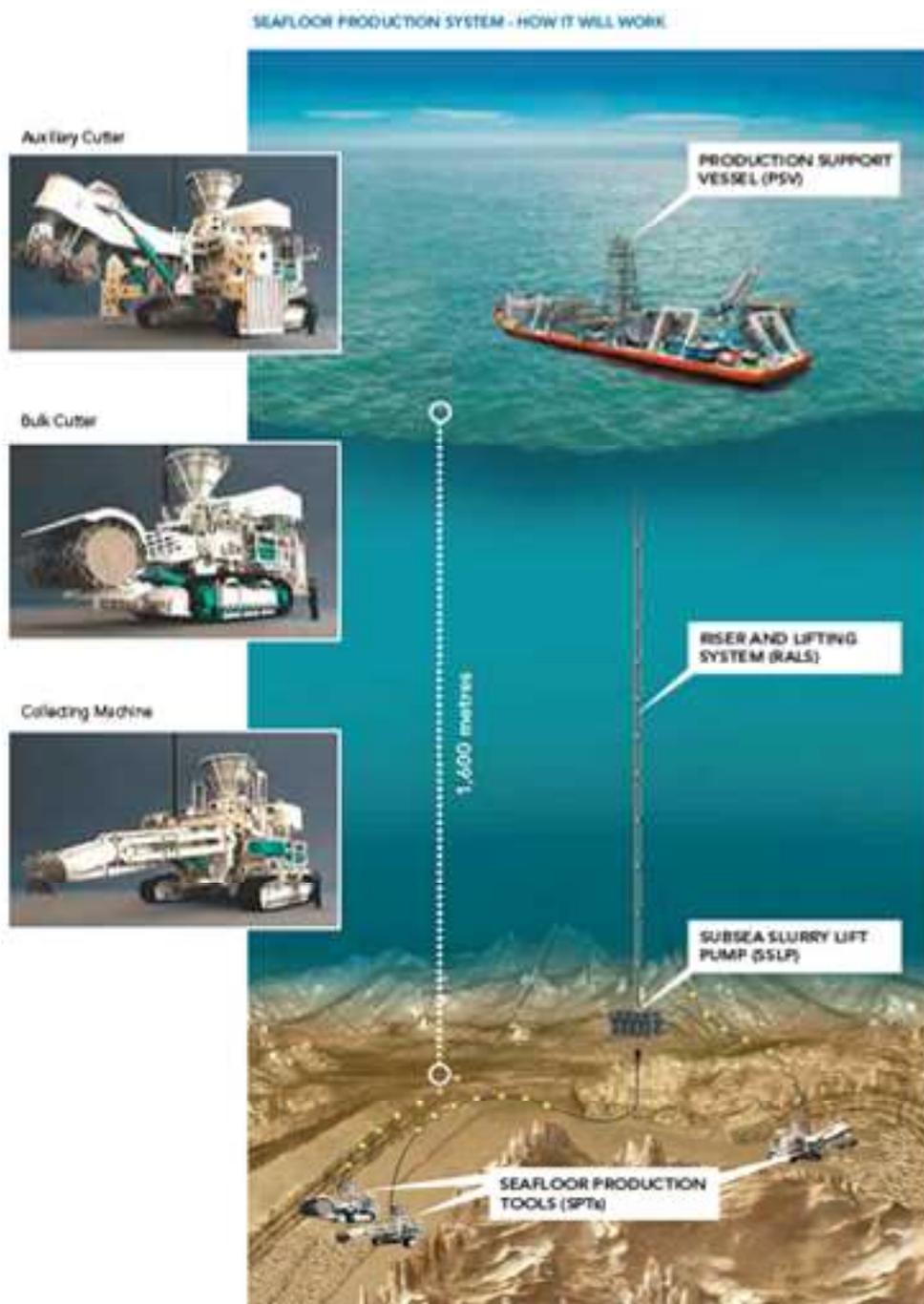
JOGMEC や JAMSTEC 等のヒアリング結果から、これら研究調査機関は、公共性の高い目的でのみ、調査の結果採取してきたコア等の試料を第三者に提供する事を個別検討する、とする回答を得ている。そのため、本県が主体となり、産業振興を目標に、バイオ分野における権利等についての調整機能を担えば、海底資源をバイオ分野で利活用できる可能性はある。

さらに、これら海底にて採取されたバイオ資源を整理しデータベース化すると、利活用の可能性が高まると共に、当分野の研究開発事業に従事する企業等の集積の可能性が高まり、拠点形成化の可能性もあると思われる。

3. 海洋資源の「採鉱」に関連する産業

海洋資源の開発プロセス中の「採鉱」に関連する産業の検討を以下に行う。まず、当分野に関連する先行事例を通して、「採鉱」システム全体のイメージを具体化していく。

図 4-3-1 海底採鉱システム全体イメージ⁵⁴



世界的に頻繁に事例として取り上げられるのが、海底熱水鉱床の開発及び商業化について先駆的に活動している、ノーチラス社である。ノーチラス社はカナダのバンクーバーに登録され、トロントに本社を置く企業である。開発拠点をブリスベン（オーストラリア）に置き、海底鉱物資源の探査や開発を行っている。当企業はトロント（カナダ）

⁵⁴ 「NAUTILUS MINERALS INC. ANNUAL REPORT 2013」 (<http://www.nautilusminerals.com/s/Investors-Financials.asp>) より引用

の証券取引所に上場しており、当企業の財政状態や経営成績、オペレーションの状況等の情報開示資料は、一般投資家や株主へ向けた厳格な情報開示基準に準拠し行われている。但し、最新のオペレーション状況等に関しては、実際の開発状況等は日々刻々と変化するため、現地ヒアリング等がより最新かつ適切な情報を入手できる可能性が高い。

海底熱水鉱床の資源開発の全体イメージは、先ず、水深 1,600m の海底を遠隔操作車両にて掘削し採掘し、採掘した海底熱水鉱床鉱石は、揚鉱システム (Riser and Lifting System [RALS]) により、採掘した鉱石を海上に引き上げる。その際、揚鉱システムの運用に、相応のエネルギーが必要となっている。また、揚鉱作業を効率的に行う方法が見つかれば更なる採算性の向上につながる。

以下に、海底熱水鉱床の資源開発（特に採鉱）の工程につき、ノーチラス社の開発プロセスを事例として以下に記述する。

- ・ まず Auxiliary Cutter（以下、AC）にて、開発目的のポイント周辺の整地を行う。AC は生産活動の準備のために投入し、AC により、Bulk Cutter（以下、BC）等の他の機械の活動場所を確保する。
- ・ 次に、BC により、掘削が行われる。掘削された鉱石は、海底の仮設集積場に一時的に集積される。
- ・ Collecting Machine（以下、CM）のフレキシブルなパイプによって、海底の泥や砂利と採掘した鉱石は、混在した状態で、スラリー・ポンプ (Slurry Lift Pump [SLP]、以下スラリー・ポンプ) に送られる。
- ・ スラリー・ポンプにより、鉱石は前述の状態で、生産サポート船 (Production Support Vessel [PSV]、以下生産サポート船) に揚鉱される。
- ・ 揚鉱した鉱石は、生産サポート船の船上で脱水され、5 日～7 日の間隔で、バージ運搬船により陸まで運搬される。
- ・ 鉱石といっしょに汲み上げた海水は、ろ過された後、ポンプで揚鉱パイプより海底へ戻される。これにより、環境への影響が低減される。
- ・ 生産サポート船は、ドイツの造船会社であるハーレン&パートナー（以下、ハーレン社）と提携し、ハーレン社が生産サポート船を建造し、建造後はノーチラス社とハーレン社の共同出資による JV 企業へ運航を委託し、共同で海底熱水鉱床の開発を行う計画もあったが、頓挫した模様である。現在は、ノーチラス社はドバイに拠点を置く Marine Assets Corporation (MAC) と、ソルワラ 1 (Solwara 1) プロジェクトへの投入を目的とした運航委託契約を締結した。また、MAC は、Fujian Mawei Shipbuilding Ltd と、ノーチラスの指定する仕様で造船契約を締結した。2017 年完成予定のこの船舶は、全長 227m、30 メガワットの発電能力を持つ事となる。
- ・ 観光資源を基に産業振興を図る沖縄県として環境保護に十分配慮し、当該資源開発を進めるため、開発海域の環境をなるべく高い頻度で監視するモニタリングのシステム化が必要となる。そのため、AUV や ROV を問わず、広く海洋ロボットの研究開発を実施し、これら目的を低費用で実施できる技術を追求していく事が必要である。

以下に、これらの採鉱の工程を周辺から支援する分野を検討する。

(1) 機能性フロート

ノーチラス社の上記海底採鉱システムの全体イメージから、生産サポート船の船上にて一時的に備蓄されている鉱石を、機能性を持つフロート等（以下、機能性フロート）、別の洋上設備へ移動する事で、生産サポート船の船上での作業効率化が図られる事から、本県の海洋資源関連産業の検討においては機能性フロートの研究開発も可能性があると思われる。

また、洋上設備としてのこれら技術の将来の産業振興に対する期待もある。下記に機能性フロートの沖縄における可能性を記載する。

- ・ 漁業との共生を考慮し、機能性フロートを地元漁業の振興に資するように機能的に開発し、水産漁業の振興に寄与できる可能性がある。
- ・ 航空物流拠点整備で本県は今後も産業振興を図るが、空港施設を沿岸沖に洋上フロート等で設置する技術開発を検討する事で、可能性が高まると思われる。
- ・ 日本の製造業を支え、古い歴史を持つ国内造船業は既に産業規模を縮小し、そのノウハウも、下支えしてきた技術者の高齢化等により、その維持が危ぶまれている。これらノウハウを持続させ、国内で活用するためにも、これら機能性フロート等の研究開発は時期的には早急な対応が望まれている。

(2) 発電船

生産サポート船の船内には、海底で作業する ROV 等への電源供給のため、発電設備が装備されているが、発電船等、外部電源供給の仕組みがあれば、限られた船内空間を、研究施設の充実化等へ使用できるため、有用である。また、機能性フロート等の洋上設備の設備稼働には、自立型電源供給の仕組みが不可欠であるため、有用である。

発電船にて海洋再生可能エネルギー等から発電を行い、蓄電機能も備える事で、より海洋資源開発の事業性が高まり収益構造が改善されると思われる。従って、本県の海洋資源関連産業の検討においては発電船の研究開発も可能性がある。

発電船の研究開発で得られた成果は、海洋再生可能エネルギーを有効活用し、発電された電力を高効率に各離島へ送電することへも利用可能である。

また、海底において海流等の海洋再生可能エネルギーを利用し発電する事で、海底にて活動する ROV 等へ直接電力供給を行える仕組みを開発できると、風や波の影響を受けながら海上から電源供給するよりも更に安定した開発へと結びつく。

(3) 海洋ロボット

海底熱水鉱床の資源開発に関しては、ヒ素等の有害物質が懸念される。海域の環境破壊をにつながらないよう、絶えずこれら有害物質の監視を行い、環境保全に十分配慮する必要がある。そのためには、海底においてこれら物質の流出があるか否か、その環境をなるべく頻度を上げて監視する仕組みが必要である。開発が進む海域の周辺の海底付近の環境下から、海水のサンプリングもしくは有害物質の濃度を測定したデータを回収するため、過酷な海底での使用に耐えうる海洋ロボット等も、本県の海洋資源関連産業

の検討においては可能性がある。

環境保護に十分配慮し、当該資源開発を進めるため、開発海域の環境をなるべく高い頻度で監視するモニタリングのシステム化が必要である。そのため、AUVやROVを問わず、広く海洋ロボットの研究開発を実施し、これら目的を低費用で実施できる技術を追求していく必要がある。

海洋ロボットを構成する主な要素技術は以下の6つである。

- ① 動力源
- ② 電源充電
- ③ 通信機能
- ④ 画像認識
- ⑤ 制御機能
- ⑥ 躯体（全体統合）

上記のうち、①動力源は電気自動車の技術（ものづくりネットワーク沖縄）、②電源充電は非接触充電の技術（レキオパワー）、③通信機能は水中可視光通信の技術（(株)マリンコムズ琉球、(株)VLC）、⑤制御機能等をチップ等に組み込む技術（(株)琉球ネットワークサービス）等の県内企業が有している。また、④画像認識、⑤制御機能、⑥躯体（全体統合）については琉球大学及び沖縄高専が研究シーズを有している。

これらの研究シーズや要素技術を組み合わせ、海洋ロボットの研究開発を進める事は、上述したように実現性が高く、従って本県の海洋資源調査及び探査産業の芽だしのための研究開発となる可能性が高いと思われる。また、本県にある研究機関や教育機関の参加する海洋ロボット・プレ大会も2014年に開催され、報道機関に取り上げられる等、反響を呼んでいる。本県を開催拠点とし、当分野における研究開発の機運を高める動きは、産業振興上良い方向に作用すると思われる。

4. その他の周辺支援

上記以外に、資源開発工程の全般を周辺から支援する産業を検討する。

4.1. 港湾施設

(1) 沖縄に寄港する探査船の寄港状況

海底熱水鉱床の探査の際に、物資の補給、人員の交代等のために寄港している探査船の概要は以下のとおりである。

表 4-4-1 探査船の概要

船名	既産船 自撮	地球測深既産船 もきゅう
写真		
全長	118.8m	210m
幅	19.0m	28.0m
深さ	9.2m	16.2m
喫水	6.2m	9.2m
総トン数	6,283トン	66,762トン
推進機力	約16ノット	12ノット
推進距離	約9,800マイル	14,800マイル
定員	70名	200名
船主	石油王族ガス・全国産物産源開発	海洋研究開発機構地球資源調査センター
必要岸壁	必要船長-160m 必要水深-6.0m	必要船長-260m 必要水深-11.0m

注：必要岸壁の船長は全長×1.2、水深は喫水+1.0m

【「港湾の技術上の基準・同船型」の基準船型、岸壁より設定】

(2) 沖縄の港湾の概要

上記の探査船が寄港できる沖縄本島の港湾の概況は次のとおりである。

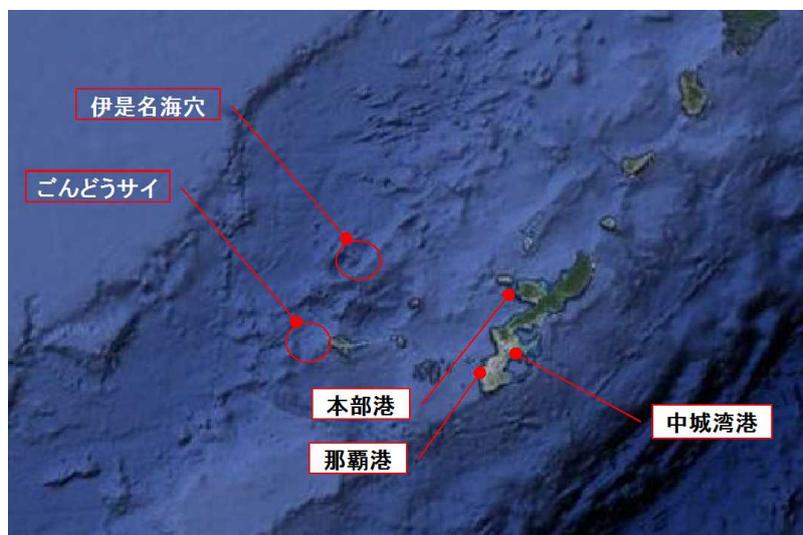


表 4-4-2 探査船の接岸可能な県内港湾施設一覧

背後市町村	港湾名	地区		岸壁水深 (m)	延長 (m)	岸壁並びに背後地の利用状況等	調査船接岸実績		
那覇市	那覇港	那覇ふ頭	1号	-9.0	165	不定期貨物船が利用 背後は上屋、ヤード	白嶺接岸実績有り		
			2号	-9.0	165	定期フェリーが利用 背後は上屋、ヤード			
			3号	-9.0	164	不定期貨物船が利用 背後は上屋、ヤード			
				泊ふ頭	8号	-9.0	340	外内航クルーズ客船が利用 背後は旅客ターミナル	白嶺利用実績有り
				新港ふ頭	5号	-11.0	407	定期フェリーが利用 背後は上屋、ヤード	
					6号	-11.0	387	定期・不定期貨物船が利用 背後は上屋、ヤード	白嶺利用実績有り
					7号	-11.0	391	定期・不定期貨物船が利用 背後は上屋、ヤード	
					9号	-13.0	300	外航コンテナ船が利用 背後はヤード	
					10号	-13.0	302	同上	
					計画	-15.0	350	コンテナ船が利用予定 背後はヤード予定	
				計画	-9.0	630	同上		
浦添市		浦添ふ頭	8号	-9.0	210	定期貨物船が利用予定 背後は上屋、ヤード	白嶺利用実績有り		
			計画	-10.0	720	コンテナ船が利用予定 背後はヤード予定			
沖縄市	中城湾港	新港	1号	-13.0	260	不定期貨物船が利用 背後はヤード	ちきゅう利用実績有り		
				2号	-10.0	185	同上		
うるま市						-11.0	190	不定期貨物船が利用予定 背地は工業用地	
					計画	-11.0	570	同上	
					計画	-12.0	240	同上	
本部町	本部港	本港	計画	-9.0	220	外内航クルーズ客船が利用予定			
石垣市	石垣港	浜崎町		-9.0	185	定期・不定期貨物船が利用 背後は上屋、ヤード			
				-9.0	250	同上			
		新港地区	計画	-12.0	240	不定期貨物船が利用予定 背地はヤード予定			

資料：各港湾管理者資料

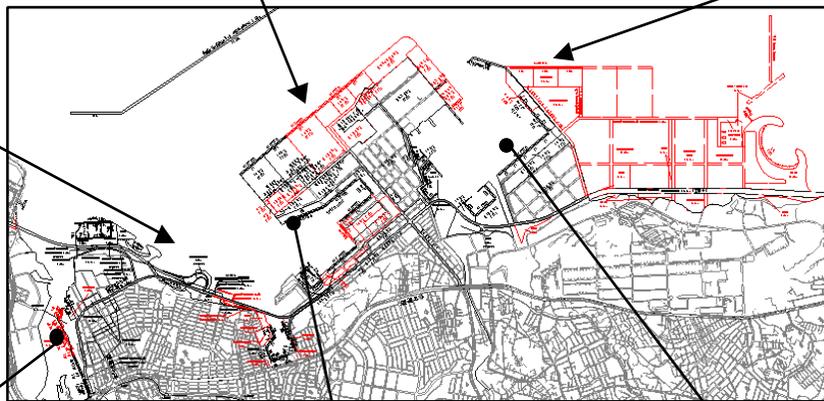
条件：調査船接岸可能岸壁は、調査船の全長、喫水により水深-8m以上、延長150mとした。

・那覇港

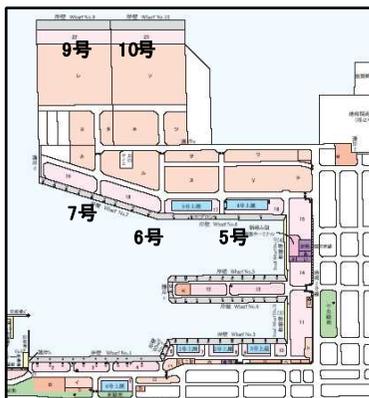
背後市町村	港湾名	地区		岸壁水深 (m)	延長 (m)
那覇市	那覇港	泊ふ頭	8号	-9.0	340

背後市町村	港湾名	地区		岸壁水深 (m)	延長 (m)
那覇市	那覇港	新港ふ頭	計画	-15.0	350
			計画	-9.0	630

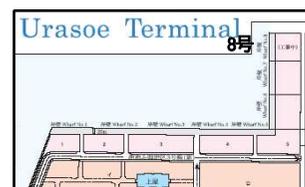
背後市町村	港湾名	地区		岸壁水深 (m)	延長 (m)
浦添市	那覇港	浦添ふ頭	計画	-10.0	720



背後市町村	港湾名	地区		岸壁水深 (m)	延長 (m)
那覇市	那覇港	那覇ふ頭	1号	-9.0	165
			2号	-9.0	165
			3号	-9.0	164

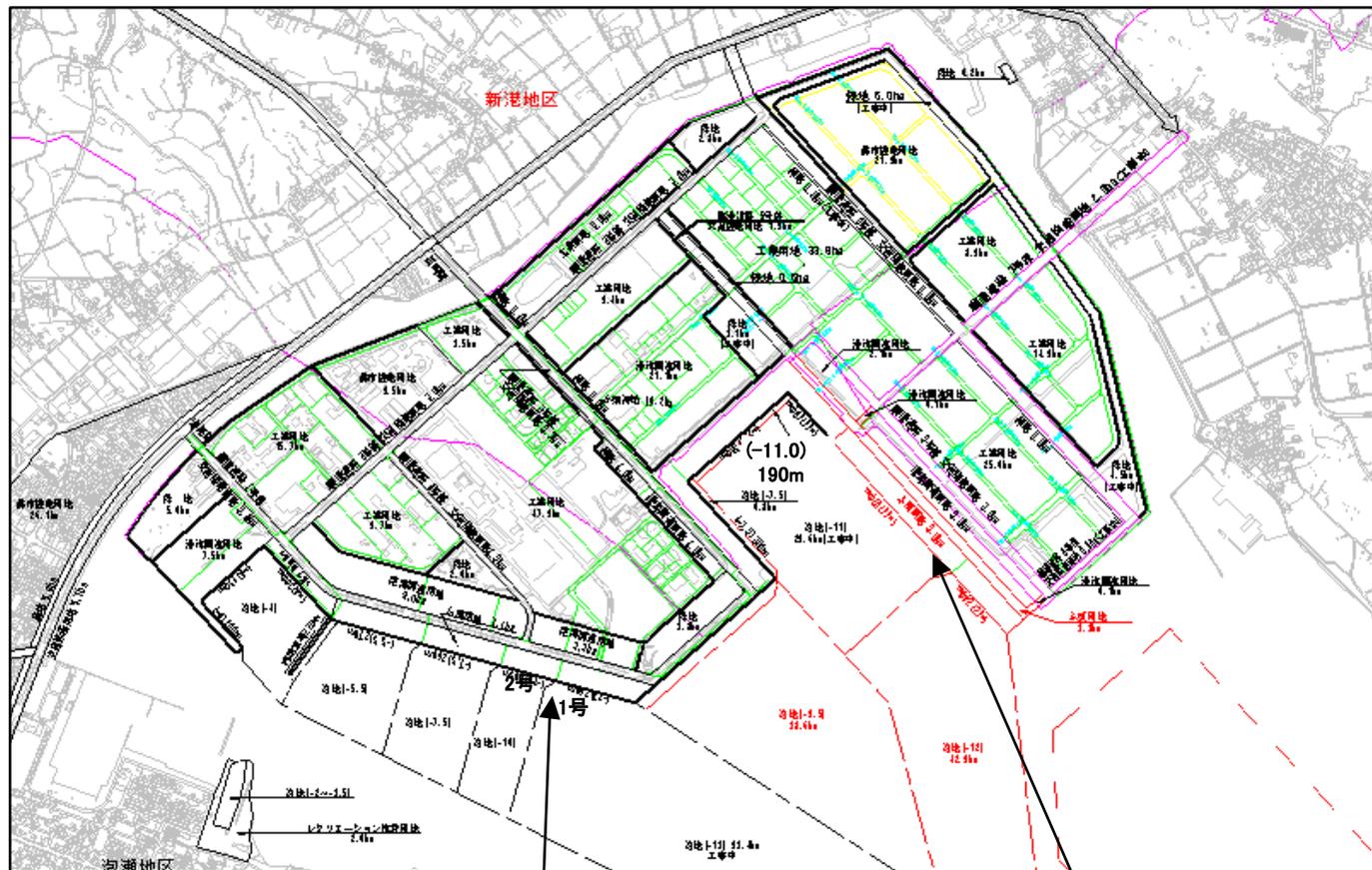


背後市町村	港湾名	地区		岸壁水深 (m)	延長 (m)
那覇市	那覇港	新港ふ頭	5号	-11.0	407
			6号	-11.0	387
			7号	-11.0	391
			9号	-13.0	300
			10号	-13.0	302



背後市町村	港湾名	地区		岸壁水深 (m)	延長 (m)
浦添市	那覇港	浦添ふ頭	8号	-9.0	210

・中城湾港

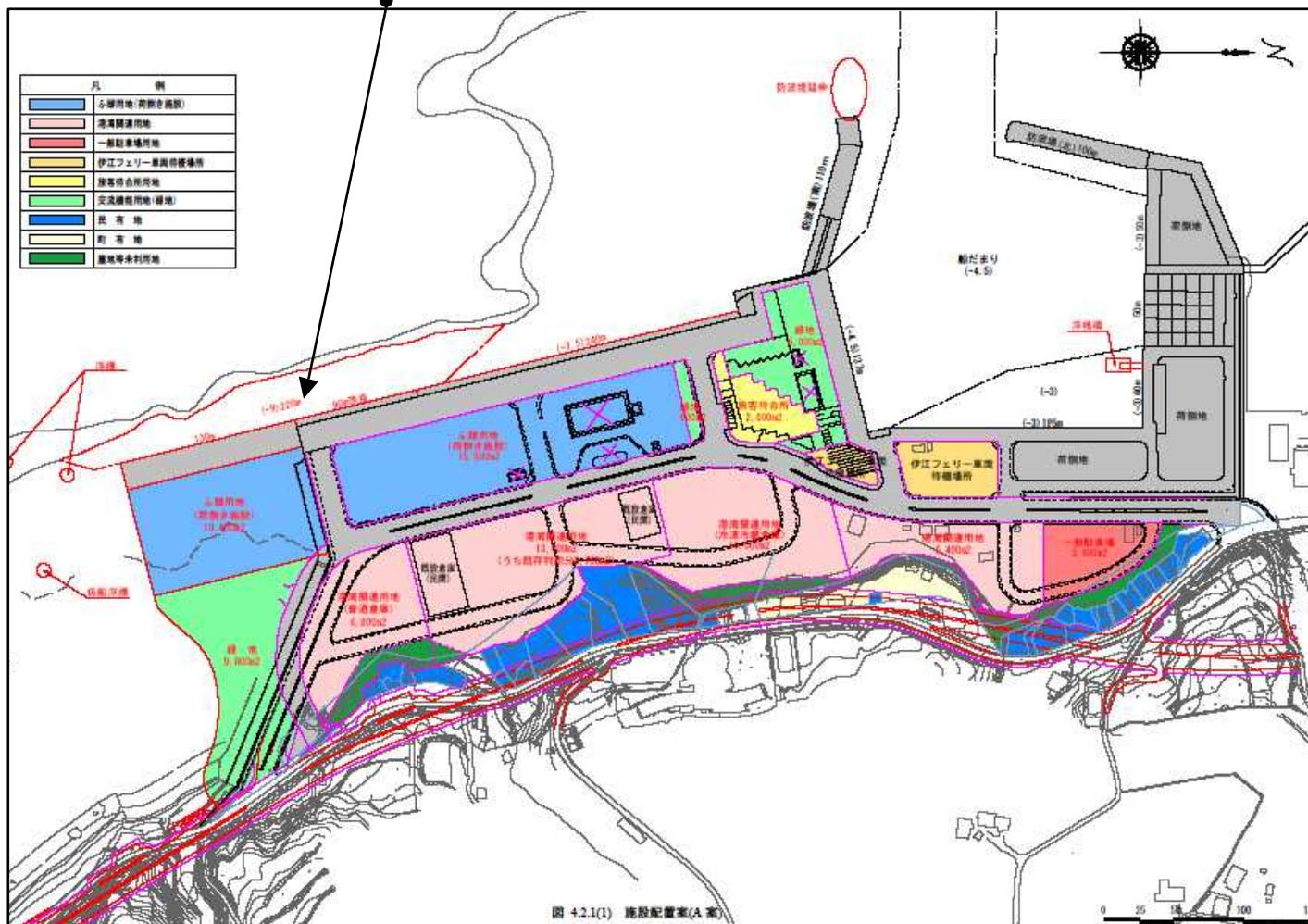


背後市町村	港湾名	地区		岸壁水深 (m)	延長 (m)
沖縄市	中城湾港	新港	1号	-13.0	260
			2号	-10.0	185

背後市町村	港湾名	地区		岸壁水深 (m)	延長 (m)
うるま市				-11.0	190
			計画	-11.0	570
			計画	-12.0	240

・本部港

背後市町村	港湾名	地区		岸壁水深 (m)	延長 (m)
本部町	本部港	本港	計画	-9.0	220



(3) 港湾施設の評価

海底熱水鉱床の探査、試掘等を支援する港湾施設としての評価を行うにあたって、資源量評価、製錬技術開発の２段階に対応する評価項目を設定した。

①. 資源量評価

- ・ 調査海域からの距離
調査海域から港湾までの距離は、時間、燃料費等に係る要素であり、対象海域から港湾までの距離で評価する。
- ・ 利用可能岸壁の状況
調査船が利用できる水深-9m岸壁は、各港湾とも一般貨物船、定期船等が通常利用されており、使用頻度の高い岸壁は寄港に制限を受ける。そこで、これまで調査船の利用実績のある岸壁並びに利用可能性の岸壁の一般利用上状況により評価する。
- ・ 那覇空港からの距離
船員、調査員の交代の際、県外から飛行機を利用することから那覇空港から利用想定岸壁までの距離で評価する。
- ・ 物資補給、機器修繕の対応
物資補給、機器修繕に関しては寄港地の背後地に消耗品、調査備品の調達ができる販売店並びに修繕できる工場等の集積が必要である。背後市町村の規模等により定性的に評価する。

②. 製錬技術開発

海洋エネルギー・鉱物資源開発計画(平成25年12月 経済産業省)において、海底熱水鉱床熱資源開発では平成29～30年度に選鉱・製錬プラントの連動試験を実施するとある。この選鉱パイロットプラントの建設を想定した評価項目を設定する。

- ・ 用地の確保
現状では必要なプラントの用地面積の仕様はないが、調査船、バラ貨物船が寄港できる岸壁背後に平成29年度前後に、まとまった用地が確保できるかを評価とする。
- ・ 電力、用水の確保
電力、工業用水の供給に関して背後地域への特別高圧の配電、工業用水の配水網の状況で評価する。
- ・ 廃さい堆積場の確保
選鉱パイロットプラントでは廃さいが発生することから、堆積場の確保、近隣での産業廃棄物処理施設の有無で評価する。

③. 港湾施設の評価

前述の項目による港湾施設の評価は以下のとおりである。

	資源量評価				製錬技術開発		
	調査海域からの距離	利用可能岸壁の状況	那覇空港からの距離	物資補給、機器修繕の対応	用地の確保	電力、用水の確保	廃さい堆積場の確保
那覇港	◎伊是名海穴、ごんどうサイト周辺から港まで約 120km	○沖縄県の拠点港湾で、一般貨物船等の利用頻度は高く、調査船等は寄港制約をややうける。 また、航空法の高さ制限（概ね 60m）があるので、ちきゅう（マスト高 113m）は利用できない岸壁がある	◎那覇空港から 10km	◎那覇市、浦添市に、調査備品の調達ができる販売店並びに修繕できる工場等の集積がある。	×岸壁背後地での平成 29年度前後での用地確保は難しい ※キャンプキンザーの返還のスケジュールによっては確保可能	○発電所が近隣にあり特別高圧の配線は可能 ×工業用水の計画はない	×近隣に廃棄物処理場等はない
中城湾港	○伊是名海穴、ごんどうサイト周辺から港まで約 200km	◎既設の岸壁は不定期貨物船が利用しているが、使用頻度は高くないので調査船等の寄港制約は低い	○那覇空港から 30km	○沖縄市、うるま市に、調査備品の調達ができる販売店並びに修繕できる工場等の集積がある程度ある。	◎港湾内に未利用の工業用地がある	◎特別高圧電力を使う企業が集積 ◎工業用水は背後地域まで配水。	◎近隣に廃棄物処理場が複数ある
本部港	◎伊是名海穴、ごんどうサイト周辺から港まで約 120km	◎クルーズ船の利用が想定されているが、使用頻度は高くないので調査船等の寄港制約は低い	×那覇空港から 80km	×本部町、名護市は備品等の調達ができる販売店、修繕できる工場等の集積はあまりない。	×背後地にプラントを整備できる用地はない	×背後地域に特別高圧電力を使う企業はない ×工業用水の計画はない	○採石場跡地の利用が可能である

注 1：◎評価が高い ○やや評価が高い ×評価が低い

④. 評価結果

資源量評価では、那覇港が調査海域からの距離、那覇空港からの距離、物資補給・機器修繕の対応において条件が良い。しかし、利用可能岸壁は一般貨物船との利用調整が課題となることから、港湾管理者（那覇港管理組合）への調整や今後の整備される浦添ふ頭での探査船への対応も求めていく必要がある。

製錬技術開発においては、中城湾港が用地の確保、電力・用水の確保、廃さい堆積場の確保のすべての項目において良い条件となっており、実際に採掘を行う企業に対する情報提供や支援策等を検討する必要がある。

⑤. 港湾施設及び背後地利用に伴う経済効果

海底熱水鉱床の資源量評価、製錬技術開発において港湾及び背後地を利用する場合の定性的な経済効果は以下のとおりである。

- ・ 港 費：岸壁使用料、タグ使用料、水先人料、給水、給油、ヤード使用料
- ・ 消耗品：船食材、一般消耗品
- ・ 調査資材：沖縄で調達するパイプ、ビス等の調査資材
- ・ 上陸消費：乗組員の上陸時の交通費、飲食費

4.2. 海底資源開発船舶の寄港地における福利厚生施設等の提供について

海底資源開発に従事する場合、研究員や作業員の長期にわたる洋上勤務が想定される。シフト等を組み、頻繁に最寄の港地からの代替要員等と交代する勤務形態が考えられる。その際、次の勤務までの間、寄港地において十分な休養を取れるよう、福利厚生施設の充実化を図る事も、本県の産業化の1つの施策として検討する事が可能である。特に本県ならではの自然環境の良さと、県内の観光施設をうまく活用した福利厚生は、研究員や作業員にとり魅力となり、沖縄近海の海底資源開発に従事する誘因の1つとなると思われる。

4.3. 特殊な資源開発周辺設備や開発機器の保守・整備サービスの提供について

海底における鉱物資源の開発では、これに投入される機器類の十分な保守や整備が不可欠である。特に海底面下の掘削に投入される掘削ドリル等は摩耗が激しい。仮に掘削中に摩耗や破損し、機器の補修整備までの時間が長期にわたる場合、その手間時間のロスが開発費用に及ぼす影響は大きいものとなる。母港や開発機器の製造元まで補修整備を依頼する時間的ロスと手間、ひいては開発費用に及ぼす影響を鑑みると、これら補修整備はなるべく最寄の港地にて行ったほうがメリットは大きい。本県にこれら機器類の保守整備を行える技術や技術者を有する事は、本県の産業振興や開発事業に従事する企業にとりメリットともなり、有望である。

第5章 海洋再生可能エネルギー産業

第5章 海洋再生可能エネルギー産業

本事業における調査においては、沖縄県における海洋再生可能エネルギーの可能性の概要をまとめるべく、海洋再生可能エネルギーワーキンググループを立ち上げ、沖縄県における海洋再生可能エネルギーの取り組みをまとめるべく調査を進める。

1. 海洋再生可能エネルギーの概要

資源の乏しい日本においては、エネルギー資源も同じく自給率が4%と低く、これをいかにして補っていくかが課題として認識されている。沖縄県においても、島しょ県ならではの化石燃料等のエネルギー確保の難しさもあり、電力料金単価が全国第2位となっている状況である。

一方、気象条件に極端に左右されず、比較的安定している海洋温度差、波力、海流、潮流、洋上風力等の海洋再生可能エネルギーは、それを利用し化石燃料の代替エネルギーとして活用できる技術開発が成熟すれば、沖縄県にとって有用なエネルギーとなるため、さまざまな取り組みが行われている。

本事業では、これらの海洋再生可能エネルギーの利活用が、島しょ県における環境エネルギー技術として沖縄県において確立され、それが地域産業として成り立つためにはどのような取り組みが可能性として考えられるか、以下に海洋再生可能エネルギーの種類毎に考察を進めていく。産業化の観点から、海洋再生可能エネルギーへの取り組みを考える場合、実証フィールドの検討は不可欠となる。なぜならば、既に英国を筆頭に、海洋再生可能エネルギーの実証フィールドの設定が、設定された地元の産業振興に貢献している実績が出ているため、実証フィールドの概要と必要性を検討するのは意義深いと思われるからである。

1.1. 実証フィールドについて

英国オークニー諸島に設置された欧州海洋エネルギーセンター(The European Marine Energy Center Ltd. 以下、EMEC)に代表されるように、欧米では海洋再生可能エネルギーの種類ごとに、実証フィールドの設定が行われている。実証フィールドとは、国策の下、国が地方自治体とともに地元漁業権、環境保護や安全性等の各種調整等に目処が立っている海域を設定し、海洋再生可能エネルギーを利用した発電プラントの製造を行う企業が、発電プラントの実証試験等を行いやすいように、環境が整備されている海域をいう。

先の内閣官房総合海洋政策本部による実証フィールド公募において、採択結果は以下のようになっており、沖縄県も久米島が海洋温度差の海洋再生可能エネルギーにて採択されている。

表 5-1-1 海洋総合政策本部の発表について

2. 要件への適合を確認次第、実証フィールドに選定することとする海域(5海域)

以下の海域については、要件の1つである利用の見込みが未だ不確定です。しかしながら、気象・海象条件、関係者との調整等に関する要件には十分に適合すると認められるため、利用者の確定が確認された時点で実証フィールドに選定することとします。

都道府県	海域	エネルギーの種類
岩手県	釜石市沖	波力、浮体式洋上風力
和歌山県	串本町 潮岬沖	海流
鹿児島県	長島町 長島海峡	潮流
	十島村 口之島・中之島周辺	海流
沖縄県	石垣島沖	波力

表 5-1-2 沖縄県久米島町の採択結果について

海 域 名 称		沖縄県久米島町
対象エネルギー		海洋温度差
問合せ先	部署	沖縄県商工労働部産業政策課産業基盤班
	電話	098-866-2330
	メール	下記 web サイト「お問い合わせフォーム」からお問い合わせください。
	Web サイト	http://www.pref.okinawa.jp/site/shoko/seisaku/kiban/oceanrenewableenergy/jisshoufield.html
周 辺 状 況 図		
<p>背景図：海上保安庁、国土地理院承認番号平 24 情使、第 916 号、(C)Esri japan</p> <p>出典：海洋台帳 海上保安庁</p>		

また、本県においては、平成 25 年度における「海洋再生可能エネルギー利用可能性等調査報告書」⁵⁵において、石垣島における波力発電実証フィールドの国家的意義として、以下の 3 点について記述している。

⁵⁵ 「平成 25 年度 海洋再生可能エネルギー利用可能性等調査報告書」平成 26 年 3 月 沖縄県商工労働部産業政策課

表 5-1-3 実証フィールド設置に関する意義について

石垣市に実証フィールドを設置する国家的意義	ポイント
「3.3.1 国境都市の実証フィールドとしての役割」	日本最西南端という国境離島におけるエネルギー獲得手段の検討の基礎資料を得られる（尖閣諸島におけるエネルギー獲得手段のテストケース）。
「3.3.2 離島の実証フィールドとしての役割」	（1）海洋再生可能エネルギー導入にあたっての初期市場 （2）災害時の離島のエネルギー確保 （3） <u>海洋再生可能エネルギー・海底熱水鉱床等の海底鉱物資源の開発・利用の拠点</u>
「3.3.3 亜熱帯気候帯の実証フィールドとしての役割」	台風・高温・多湿といった亜熱帯海域に位置する多くの発展途上国への海洋再生可能エネルギー「パッケージ型インフラ海外展開」等、産業化の一翼を担う。

1.2. 沖縄県内の海洋再生可能エネルギーの可能性について

先に記述したように、沖縄県における海洋再生可能エネルギーの開発のきっかけとして期待される実証フィールドについて、本県久米島町が海洋温度差の実証フィールド採択を受けた。また、本県石垣島の波力の実証フィールド応募についても、要件を満たした段階で実証フィールドに選定される事となった。

上記の採択結果からもわかるように、沖縄県においては、海洋温度差、波力について可能性を見出す事ができる。また、洋上風力、海流、潮流など、その他の海洋再生可能エネルギーについても、可能性を検討する事が必要となる。これらの可能性について、海洋再生可能エネルギーの種類毎に以下に記述していく。

2. 洋上風力

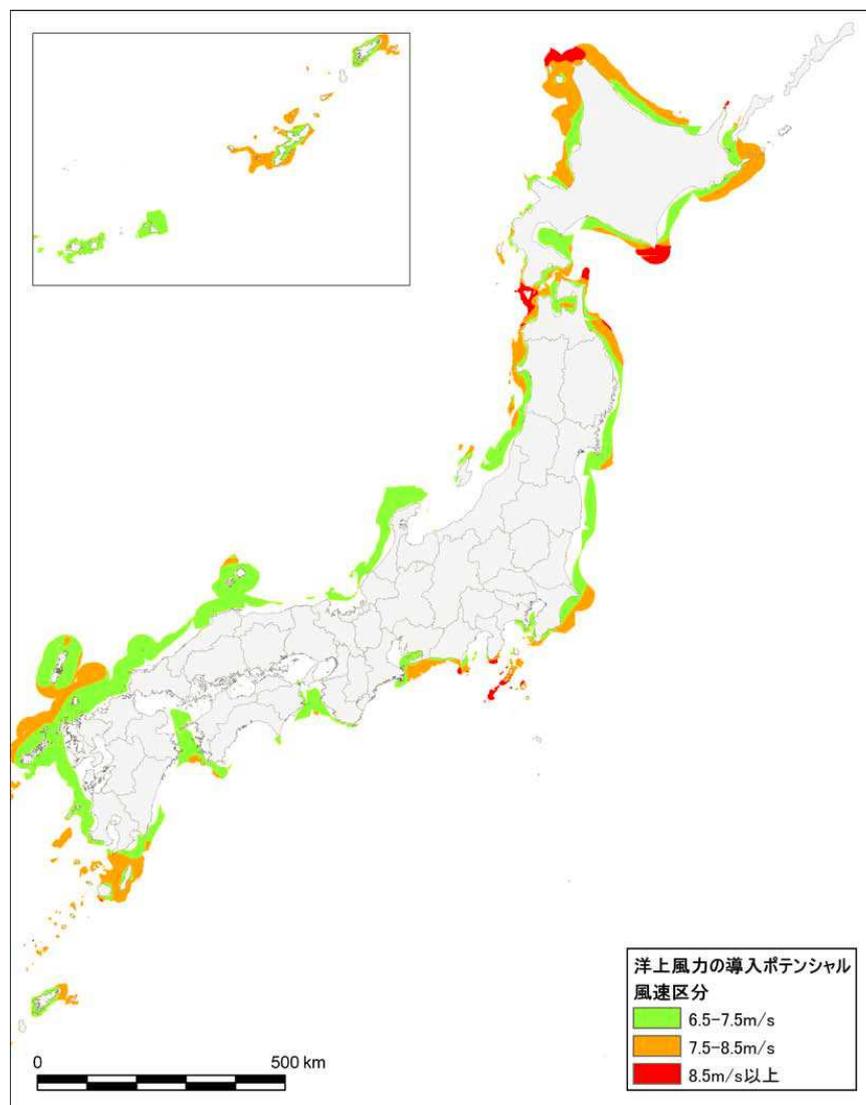
洋上風力の可能性について、各種先行調査結果に詳しく分析結果が記載されているため、それを元に以下に記載していく。まず全国の中における本県の可能性について、以下に記述していく。本県においては、平成 25 年度における「海洋再生可能エネルギー利用可能性等調査報告書」⁵⁶において、県内における海洋再生可能エネルギーの利用可能性に関する報告があり、その中において、洋上風力発電のエネルギーポテンシャルについても記述されているので、以下に引用する。同報告書では、平成 22 年度の環境省委託事業による調査結果⁵⁷を引用し、全国の 128 の重要港湾における年平均風速や年

⁵⁶ 「平成 25 年度 海洋再生可能エネルギー利用可能性等調査報告書」平成 26 年 3 月 沖縄県商工労働部産業政策課

⁵⁷ 「平成 22 年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」平成 23 年 3 月 p.106 引用

間推定発電量を基に、沖縄県のポテンシャルについて、「北海道や東北の一部の港湾に及ばないものの、全国の中でも比較的、ポテンシャルの高い地域であると言える」と記述している。

図 5-2-1 洋上風力の導入ポテンシャル（県報告書より引用）



更に、本県の同報告書より、全国港湾風況マップより引用した年平均風速及び年間推定発電量一覧表も記載する。

表 5-2-1 (1) 年平均風速及び年間推定発電量一覧表 (県報告書より引用)

年平均風速及び年間推定発電量一覧表 (推定発電量順)

No.	都道府県	港名	参照点座標(日本測地系)				参照点座標(世界測地系)				年平均風速 高度:50m (m/s)	年間 推定発電量 (万kWh)				
			北緯			東経	北緯			東経						
			度	分	秒	度	分	秒	度	分			秒	度	分	秒
1	北海道	稚内港	45	24	51	141	41	47	45	24	59	141	41	33	7.6	363
2	青森県	八戸港	40	33	5	141	32	28	40	33	15	141	32	15	7.6	360
3	北海道	石狩湾新港	43	12	45	141	17	3	43	12	54	141	16	50	7.3	345
4	秋田県	能代港	40	11	54	139	59	12	40	12	4	139	59	0	7.4	345
5	秋田県	秋田港	39	44	50	140	3	11	39	45	0	140	2	59	7.2	338
6	山形県	酒田港	38	57	28	139	49	19	38	57	38	139	49	7	6.9	331
7	北海道	室蘭港	42	21	48	140	55	10	42	21	57	140	54	57	6.9	317
8	秋田県	船川港	39	51	20	139	51	40	39	51	30	139	51	28	7.0	313
9	青森県	むつ小川原港	40	55	24	141	23	26	40	55	33	141	23	13	7.1	312
10	北海道	根室港	43	16	23	145	35	26	43	16	32	145	35	11	7.0	302
11	沖縄県	平良港	24	48	16	125	16	44	24	48	29	125	16	39	7.0	300
12	長崎県	郷ノ浦港	33	44	0	129	40	52	33	44	12	129	40	44	6.7	283
13	福岡県	北九州港	33	56	33	130	47	37	33	56	45	130	47	29	6.7	282
14	沖縄県	那覇港	26	14	33	127	41	16	26	14	47	127	41	9	6.8	281
15	北海道	釧路港	42	59	16	144	20	38	42	59	25	144	20	24	6.6	280
16	宮城県	石巻港	38	24	29	141	16	0	38	24	40	141	15	48	6.6	278
17	鹿児島県	川内港	31	50	56	130	11	38	31	51	9	130	11	29	6.6	277
18	沖縄県	石垣港	24	19	55	124	9	22	24	20	15	124	9	16	6.8	274
19	山口(下関市)	下関港	33	59	12	130	53	43	33	59	23	130	53	35	6.5	268
20	石川県	金沢港	36	37	13	136	36	5	36	37	24	136	35	54	6.4	268
21	神奈川県	横須賀港	35	12	32	139	44	22	35	12	44	139	44	10	6.4	267
22	岩手県	大船渡港	39	0	44	141	44	4	39	0	54	141	43	51	6.3	264
23	愛知県	三河港	34	43	17	137	16	44	34	43	28	137	16	33	6.4	261
24	静岡県	御前崎港	34	37	12	138	13	27	34	37	24	138	13	16	6.3	257
25	福島県	相馬港	37	50	52	140	58	24	37	51	4	140	58	12	6.2	255
26	沖縄県	金武湾港	26	25	22	127	50	32	26	25	36	127	50	25	6.4	252
27	千葉県	木更津港	35	22	22	139	53	3	35	22	35	139	52	51	6.2	252
28	北海道	留萌港	43	56	52	141	38	15	43	57	0	141	38	2	6.1	250
29	沖縄県	中城湾港	26	19	34	127	50	32	26	19	48	127	50	25	6.4	249
30	神奈川県	川崎港	35	28	41	139	45	23	35	28	53	139	45	11	6.1	244
31	長崎県	福江港	32	41	34	128	51	18	32	41	46	128	51	10	6.3	243
32	沖縄県	運天港	26	40	42	128	0	33	26	40	56	128	0	26	6.2	241
33	島根県	浜田港	34	52	56	132	2	47	34	53	7	132	2	38	6.1	241
34	鹿児島県	西之表港	30	43	45	130	59	34	30	43	58	130	59	25	6.3	238
35	大分県	大分港	33	16	34	131	40	58	33	16	46	131	40	50	6.0	238
36	岩手県	久慈港	40	11	36	141	48	8	40	11	46	141	47	55	5.9	235
37	岩手県	釜石港	39	15	29	141	55	59	39	15	40	141	55	46	6.2	235
38	徳島県	徳島小松島港	34	2	22	134	36	19	34	2	34	134	36	9	6.1	235
39	大分県	中津港	33	36	48	131	15	0	33	37	0	131	14	51	5.8	232
40	青森県	青森港	40	50	2	140	44	58	40	50	12	140	44	45	6.0	230
41	福岡県	苅田港	33	47	5	131	0	37	33	47	17	131	0	29	5.8	230
42	東京都	東京港	35	36	25	139	49	28	35	36	37	139	49	16	5.9	229
43	神奈川県	横浜港	35	26	19	139	41	31	35	26	31	139	41	19	5.8	225
44	佐賀県	唐津港	33	27	56	129	58	36	33	28	8	129	58	28	6.0	224
45	和歌山県	日高港	33	51	20	135	8	53	33	51	32	135	8	43	5.9	223
46	鹿児島県	名瀬港	28	23	11	129	29	52	28	23	24	129	29	44	6.1	221
47	鹿児島県	志布志港	31	26	54	131	6	15	31	27	7	131	6	7	5.9	218
48	北海道	小樽港	43	12	2	141	1	25	43	12	11	141	1	12	5.7	217
49	福岡県	博多港	33	38	38	130	20	12	33	38	50	130	20	4	5.9	216
50	北海道	苫小牧港	42	37	15	141	45	20	42	37	24	141	45	7	5.9	216
51	北海道	網走港	44	0	55	144	17	48	44	1	4	144	17	34	5.8	215
52	新潟県	小木港	37	48	36	138	17	29	37	48	47	138	17	18	5.6	214
53	山口県	小野田港	33	58	6	131	9	33	33	58	18	131	9	24	5.8	212
54	新潟県	新潟港	37	56	33	139	3	56	37	56	43	139	3	44	5.7	211
55	長崎県	厳原港	34	11	21	129	18	2	34	11	33	129	17	54	6.0	210
56	山口県	宇部港	33	55	48	131	13	30	33	56	0	131	13	21	5.8	209
57	宮崎県	細島港	32	26	49	131	40	33	32	27	1	131	40	24	5.9	208
58	愛知県	衣浦港	34	49	6	136	56	5	34	49	18	136	55	54	5.8	208
59	北海道	函館港	41	47	14	140	42	18	41	47	23	140	42	5	5.7	208
60	北海道	紋別港	44	21	11	143	21	52	44	21	20	143	21	37	5.6	208
61	新潟県	直江津港	37	12	6	138	15	24	37	12	17	138	15	13	5.1	203
62	高知県	宿毛湾港	32	55	8	132	40	38	32	55	20	132	40	29	5.6	201
63	福井県	敦賀港	35	40	32	136	4	1	35	40	43	136	3	51	5.5	200
64	鳥取県	鳥取港	35	32	17	134	11	46	35	32	28	134	11	36	5.5	199

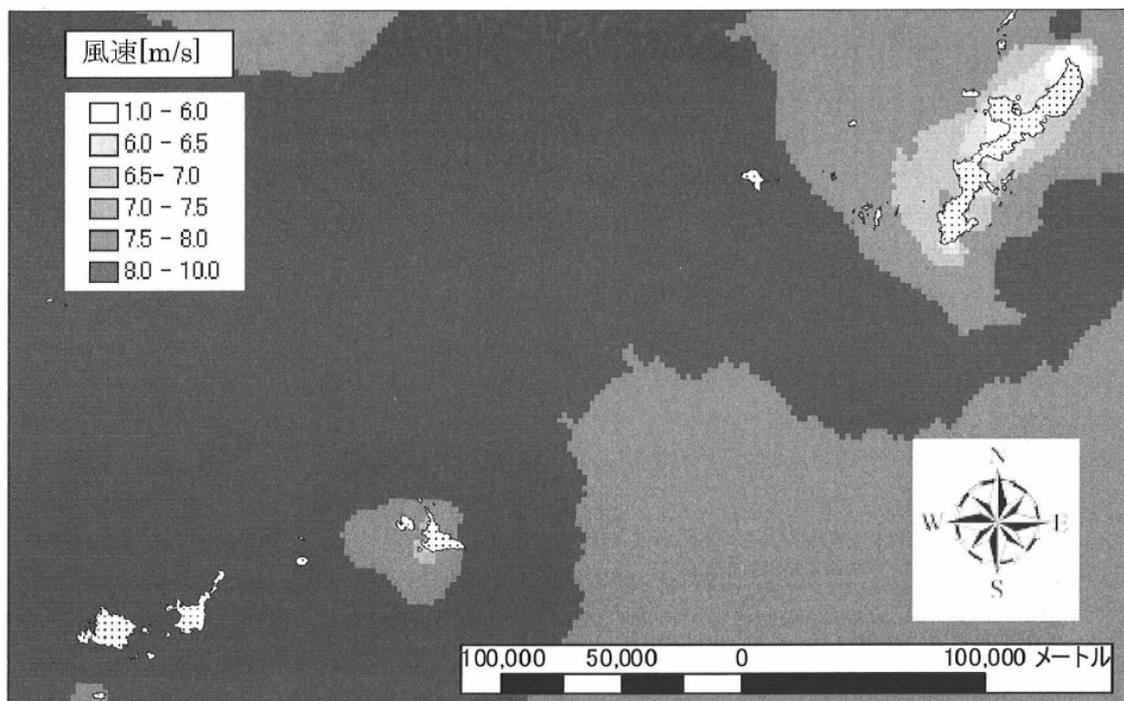
表 5-2-1 (2) 年平均風速及び年間推定発電量一覧表 (県報告書より引用)

No.	都道府県	港名	参照点座標(日本測地系)				参照点座標(世界測地系)				年平均風速 高度:50m (m/s)	年間 推定発電量 (万kWh)				
			北緯			東経	北緯			東経						
			度	分	秒	度	分	秒	度	分			秒	度	分	秒
65	山口県	三田尻中関港	34	0	44	131	36	50	34	0	56	131	36	41	5.6	198
66	千葉県	千葉港	35	35	3	140	5	2	35	35	15	140	4	50	5.5	198
67	宮城県	仙台塩釜港	38	15	49	141	1	44	38	16	0	141	1	31	5.6	195
68	福島県	小名浜港	36	56	6	140	54	40	36	56	17	140	54	28	5.6	193
69	岩手県	宮古港	39	37	41	141	58	43	39	37	51	141	58	30	5.6	191
70	愛知県	名古屋港	34	57	0	136	49	18	34	57	12	136	49	8	5.4	188
71	三重県	津松阪港	34	38	47	136	33	20	34	38	59	136	33	10	5.5	188
72	長崎県	長崎港	32	42	46	129	49	12	32	42	58	129	49	4	5.5	187
73	石川県	七尾港	37	4	10	136	59	33	37	4	21	136	59	22	5.1	180
74	徳島県	橘港	33	52	16	134	39	46	33	52	28	134	39	36	5.4	179
75	宮崎県	油津港	31	33	46	131	24	35	31	33	59	131	24	27	5.6	178
76	茨城県	鹿島港	35	55	48	140	41	45	35	55	59	140	41	33	5.6	178
77	島根県	西郷港	36	11	55	133	20	15	36	12	6	133	20	5	5.4	175
78	島根県	三隅港	34	47	16	131	55	45	34	47	27	131	55	36	5.3	175
79	長崎県	佐世保港	33	9	30	129	43	26	33	9	42	129	43	18	5.4	174
80	鳥取・島根	境港	35	31	22	133	15	58	35	31	33	133	15	48	5.2	172
81	熊本県	八代港	32	30	45	130	32	37	32	30	57	130	32	29	5.0	171
82	大分県	別府港	33	18	4	131	30	34	33	18	16	131	30	25	5.0	171
83	茨城県	常陸那珂港	36	23	18	140	36	59	36	23	29	140	36	47	5.4	170
84	福岡県	三池港	32	59	55	130	23	50	33	0	7	130	23	42	5.1	168
85	茨城県	大洗港	36	17	59	140	34	39	36	18	9	140	34	27	5.3	167
86	佐賀県	伊万里港	33	18	40	129	50	3	33	18	52	129	49	55	5.2	167
87	大分県	津久見港	33	4	50	131	52	13	33	5	2	131	52	4	5.4	166
88	宮崎県	宮崎港	31	54	31	131	28	29	31	54	44	131	28	21	5.4	165
89	山口県	徳山下松港	34	1	0	131	47	42	34	1	12	131	47	33	4.9	162
90	茨城県	日立港	36	29	15	140	37	56	36	29	26	140	37	44	5.2	160
91	熊本県	熊本港	32	45	13	130	35	4	32	45	25	130	34	56	5.1	160
92	大分県	佐伯港	32	58	14	131	55	48	32	58	26	131	55	38	5.1	158
93	兵庫県	東播磨港	34	42	58	134	48	37	34	43	10	134	48	27	4.8	158
94	熊本県	三角港	32	36	18	130	27	40	32	36	30	130	27	32	5.1	155
95	和歌山県	和歌山下津港	34	9	11	135	10	23	34	9	23	135	10	13	5.0	152
96	北海道	十勝港	42	17	57	143	19	24	42	18	6	143	19	10	5.0	151
97	愛媛県	松山港	33	51	47	132	42	21	33	51	59	132	42	12	4.9	151
98	愛媛県	新居浜港	33	58	56	133	18	31	33	59	8	133	18	22	4.9	150
99	兵庫県	姫路港	34	45	40	134	39	44	34	45	52	134	39	34	4.7	148
100	香川県	坂出港	34	21	1	133	49	42	34	21	14	133	49	32	4.7	148
101	新潟県	両津港	38	4	49	138	26	42	38	5	0	138	26	31	4.8	147
102	三重県	四日市港	34	57	27	136	39	46	34	57	39	136	39	35	4.9	144
103	岡山県	水島港	34	28	28	133	42	23	34	28	40	133	42	13	4.7	143
104	大阪府	堺泉北港	34	35	30	135	24	22	34	35	42	135	24	12	4.8	139
105	富山県	伏木富山港	36	46	16	137	6	50	36	46	27	137	6	39	4.7	138
106	香川県	高松港	34	21	12	134	3	0	34	21	24	134	2	50	4.4	136
107	兵庫県	尼崎西宮芦屋港	34	40	27	135	20	12	34	40	39	135	20	3	4.8	134
108	大阪府	阪南港	34	28	47	135	21	25	34	28	59	135	21	15	4.7	133
109	大阪府	大阪港	34	39	49	135	23	35	34	40	0	135	23	25	4.7	132
110	京都府	舞鶴港	35	29	8	135	20	40	35	29	19	135	20	30	4.7	130
111	鹿児島県	鹿児島港	31	31	47	130	32	47	31	32	0	130	32	40	4.7	129
112	愛媛県	宇和島港	33	13	5	132	33	36	33	13	17	132	33	27	4.5	126
113	愛媛県	三島川之江港	34	0	23	133	32	39	34	0	35	133	32	30	4.2	126
114	兵庫県	神戸港	34	38	51	135	14	42	34	39	2	135	14	32	4.6	126
115	岡山県	岡山港	34	35	42	134	2	53	34	35	54	134	2	43	4.4	120
116	広島県	福山港	34	25	13	133	26	1	34	25	25	133	25	52	4.5	118
117	静岡県	清水港	35	1	48	138	31	25	35	2	0	138	31	14	4.3	109
118	広島県	広島港	34	20	34	132	27	14	34	20	46	132	27	5	4.1	104
119	広島県	呉港	34	13	6	132	36	0	34	13	18	132	35	51	4.3	103
120	高知県	須崎港	33	22	21	133	17	39	33	22	33	133	17	30	4.2	99
121	広島県	尾道系崎港	34	23	2	133	5	43	34	23	14	133	5	34	4.1	91
122	愛媛県	今治港	34	3	44	133	1	6	34	3	56	133	0	56	3.9	90
123	山口県	岩国港	34	11	9	132	14	29	34	11	21	132	14	20	4.1	89
124	岡山県	宇野港	34	28	20	133	56	33	34	28	31	133	56	23	3.9	87
125	高知県	高野港	33	29	50	133	35	28	33	30	2	133	35	19	4.0	83
126	三重県	尾鷲港	34	4	9	136	12	30	34	4	21	136	12	21	4.2	82
127	愛媛県	東予港	33	55	59	133	8	12	33	56	11	133	8	4	3.8	82
128	静岡県	東子の浦港	35	7	56	138	41	57	35	8	8	138	41	46	3.6	80

- 1) 参照点の座標は、日本測地系と世界測地系を併記している。
- 2) 年間推定発電量は、1000kWの風車1基を設置した場合の推定値である。
- 3) カットイン風速 3m/s 定格風速13m/s カットアウト風速 25m/s。

また、本県の同報告書によると、洋上風力に関する県内の詳細な調査として、「琉球列島における洋上風力発電の可能性について」⁵⁸を引用している。同報告書中では、特に本県でも先島諸島で風速分布が高くなっているとして報告されている。以下に論文より引用された、沖縄諸島における風速分布図を記載する。

図 5-2-2 沖縄諸島における風速分布図（論文より直接引用）



また、「浅水域が少なくサンゴ礁や国立公園などといった制約条件の多い本県では、洋上風力発電だけでは全てを賄う事が難しい。この事から、陸上や浮体式風力発電機の設置なども有効な手立てではないかと考える。特に浮体式風力発電機は、高風速で制約条件などの制限のかからない水深 100m 以上の広大な海域に設置可能であり、配線コストなどを考慮し、配電するのではなく、風力エネルギーを利用し、洋上で水素エネルギーを生成するシステムである」とし、浮体式洋上風力発電を用いた水素エネルギー生成の可能性について記述があった。

高価な海底ケーブルを敷設せずに、海洋再生可能エネルギーを水素エネルギーへ変換し、輸送可能であれば、沖縄本島沿岸から 200km 以上離れた洋上における海流などの海洋再生可能エネルギーの利用可能性が高まる事となるため、本県において取り組むべき重要な研究開発の 1 つとなる。

⁵⁸ 「琉球列島における洋上風力発電の可能性について」川満貴子、玉城史朗（琉球大学）、長井浩（日本大学） 日本機械学会 2004 年度年次大会講演論文集 (2) [2004 -g, 5~9, 札幌]

3. 波力

洋上風力の可能性について、各種先行調査結果に詳しく本県における分析結果が記載されているため、それを元に以下に記載していく。先に引用した本県における先行調査の報告書⁵⁸によると、波力について「冬季のみならず通年を通して有義波高 1.5m 程度が期待できる」としている。また、他文献⁵⁹から、「冬場の日本海は波が荒いことで知られるが、年間平均の波パワーから判断すると、太平洋側に設置するのが有利である。太平洋側の年間平均波パワーは、日本列島全域にわたり十分な大きさがあるが、経済的には陸地からの近さが決め手になる。こうしたことから波力発電の適地は、北方領土の南方沖、銚子沖、房総沖、伊豆小笠原諸島沖全域、南西諸島沖全域など（図 10 参照）であり、陸上送電網と連系すれば、本格的な再生可能エネルギー源に位置づけるに十分な広さがある」と引用し、さらに、追加的に更に波浪観測値に基づく細かい空間分解能での評価は必要としつつも、結果として、県内海域は、全国の中でも比較的、ポテンシャルの高い地域である可能性がある、とする⁵⁶。

図 5-3-1 日本近海における波力発電の適地（県報告書より引用）



(出所：波力発電検討会資料)

⁵⁹ 「季報エネルギー総合工学 (2010.4)」財団法人エネルギー総合研究所 第33巻 第1号 p.9

4. 潮流及び海流

内閣官房総合海洋政策本部事務局が公表した、「実証フィールドの要件と選定の方法について」⁶⁰によると、海洋再生可能エネルギーの実証フィールド要件について、潮流の場合、「最大流速（大潮時）が1.5m/s以上」⁶⁰となり、それにつき、先行調査⁵⁶では、沖縄全域の状況と、沖縄県内各地の状況から調査を行っている。以下に先行調査の内容をまとめ、記述する。

まず沖縄全域の状況については、国立天文台が作成した流速モデルを元にポテンシャルマップを作成し、「沖縄海域においては、海洋政策本部の求める150cm/s以上の流速を期待することは難しい」⁵⁶と結論づけている。

沖縄県内各地の状況については、「宮古島-伊良部島間」、「ヨナラ水道（八重山）」、「リーフの切れ目（吉原海岸；石垣島）」について調査しているが、結果は「宮古島-伊良部島間」の場合、過去の流況調査を引用し解析しており「平均大潮期流況の流速」、「最大大潮期流況の流速」とともに、1.5m/sを超える流速はない結論となっている。「ヨナラ水道（八重山）」も「流速は100cm/s強である」としている。更に「リーフの切れ目（吉原海岸；石垣島）」については、過去の潮流調査の結果により、「リーフの切れ目（水深5m）における流れの要素として、潮位の変化によって生じる流れと波やうねりによって生じる流れの2種類があり、同海岸では後者の強い流れがあり、最大で0.7ktであった」とする。ここで、0.7ktは（1ノット=1.852km/h）m/sに換算すると約0.36m/sとなる。

また、先の実証フィールド要件の海流の場合、「平均流速が1m/s以上」⁶⁰となっている。これにつき、海上保安庁のデータを引用し、「黒潮の流軸やその周辺では流速が4ノット（約2.05m/s。※明確化の為に本事業にて追記）近くまで達することがあり、世界有数の流れの強い海流として知られている」とするが、一方で、「陸地から海流まで概ね150～200km離れており、送電の観点から、現時点では海流発電は難しいと考えられる」としている。

本県の先行調査に記載のあったデータを参考に、海上保安庁ウェブサイトより最新の海流推測図を記載する。

⁶⁰ 「実証フィールドの要件と選定の方法について」内閣官房総合海洋政策本部事務局 平成25年3月12日
(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/koubo/201303/honbun.pdf>)

図 5-4-1 海流推測図⁶¹

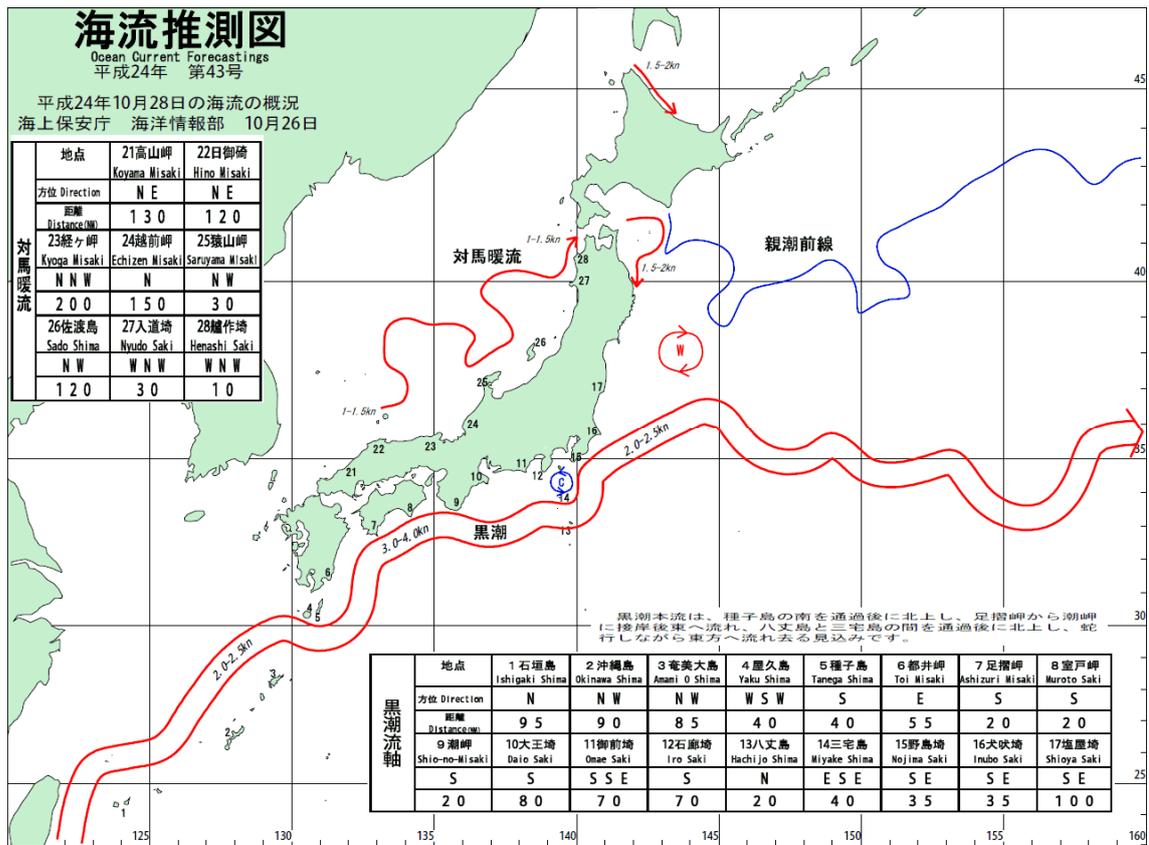
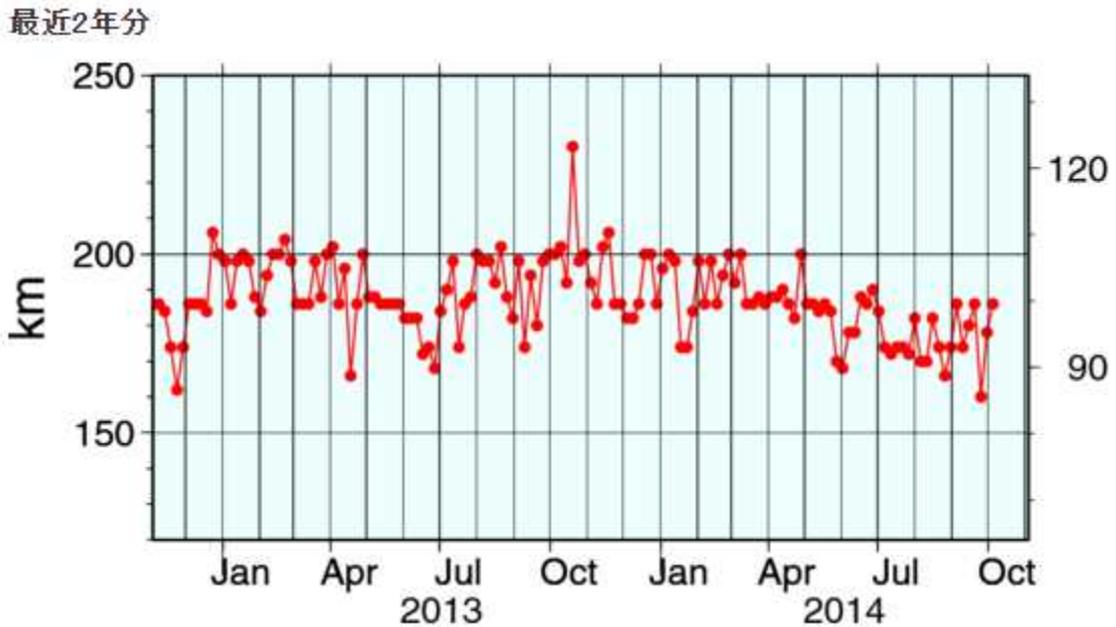


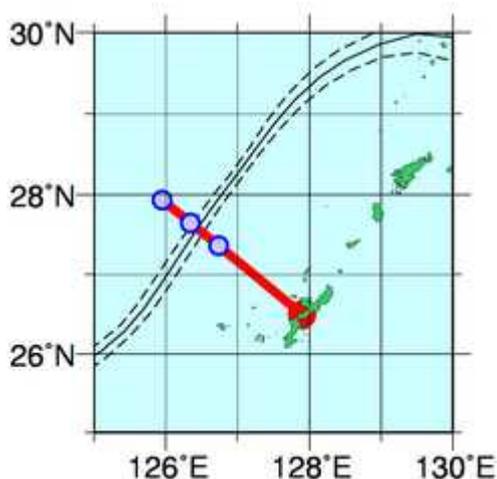
図 5-4-2 沖縄から黒潮までの距離について⁶²



⁶¹ 海上保安庁ウェブサイト「海洋速報&海流推測図」ページより引用
(<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/index.html>)

⁶² 気象庁ウェブサイト「海流に関する診断表、データ」より引用
(<http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/db/kaikyo/kuroshio/kyori.html?stn=line04>)

図 5-4-3 沖縄から黒潮までの距離について（続）



当統計データをもとに類推すると、海底送電ケーブルを 150～200km 敷設するには膨大な設備投資が必要となると想定されるので、仮に海流発電等により発電したとしても、消費地へ配電し利用する用途であれば可能性は厳しいと思われる。但し、先に記述したように、当分野における研究開発が進み、洋上で発電した電力を、水素エネルギーへ変換し輸送する事が可能となるのであれば、本県において取り組むべき重要な研究開発となるとと思われる。

5. 海洋温度差

海洋温度差を利用した発電について、既に沖縄県「海洋深層水の利用高度化に向けた発電利用実証事業」等が実施されており、沖縄 21 世紀ビジョン基本計画で示された低炭素島しょ社会の実現に向けて、海洋エネルギーの研究開発を促進し、沖縄の地域特性に合ったクリーンエネルギーの地産地消による環境負荷の低減を図るべく、平成 26 年度まで実証試験が行われる予定である。

当事業では以下の内容について、平成 24 年度から実証試験が行われている⁶³。

- ・ 天候、海水温の変化に伴う発電量等の計測
- ・ 安定した出力を得るための技術に関する実証試験
- ・ 海洋深層水及び表層水のより高度な複合的利用についての検討
- ・ 沖縄における洋上型海洋温度差発電設備の設置の可能性の検討

⁶³ 「海洋温度差発電実証事業」ウェブサイト参照 (<http://otecokinawa.com/index.html>)

図 5-5-1 海洋温度差発電実証設備（久米島）



図 5-5-2 事業概要（久米島）

「海洋深層水の利用高度化に向けた発電利用実証事業」

■事業の位置づけ

沖縄21世紀ビジョン基本計画で示された低炭素島しょ社会の実現に向けて、海洋エネルギーの研究開発を促進し、沖縄の地域特性に合ったクリーンエネルギーの地産地消による環境負荷の低減を図ります。

■事業の主な内容

- ・ 天候、海水温の変化に伴う発電量等の計測
- ・ 安定した出力を得るための技術に関する実証試験
- ・ 海洋深層水及び表層水のより高度な複合的利用についての検討
- ・ 沖縄における洋上型海洋温度差発電設備の設置の可能性の検討など

■実施方法

IHIプラント建設株式会社・株式会社ゼネシス・横河ソリューションサービス株式会社の3社共同企業体に委託して実施しています。

久米島は、国から海洋再生可能エネルギー実証フィールド地域に採択され、今後も国内外からの事業者の参加による研究活動の継続による、更なる成果が期待されている。

日本における導入ポテンシャルは、離岸距離 30km 以内では 5,952MW（メガワット）、離岸距離制限なしでは、173,569MW と算定されている。（表層と深層の温度差が 20℃以上となる地域で、かつ、海洋環境への影響が無視できるほど小さくなる取水量の場合）

沖縄では、離岸距離 30km 以内で 2,797MW、離岸距離制限なしでは、70,992MW とされる。現在の沖縄の発電設備容量はおよそ 2,000MW で、それを全てカバーするだけのポテンシャルを持っているとされる⁶⁴。

6. まとめ

海洋温度差発電について、先進的な実証試験が実施されていることや、実証フィールドへ採択された結果を活かすため、今後の海洋再生可能エネルギーを活用したプラントの研究開発を行う企業の誘致、支援を通して、本県のエネルギー開発産業の振興に繋げていく取組みが必要である。

⁶⁴新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）「海洋エネルギーポテンシャルの把握に係る業務」報告書 平成 23 年 3 月参照

第6章 海洋資源産業の振興のための 人材育成の在り方

第6章 海洋資源産業の振興のための人材育成の在り方

1. 海洋資源産業の振興のための産業人材の育成

(1) 国内の研究機関の概要と状況

現在国内には24の大学において海洋関係に関する学部を設け研究とその人材育成がおこなわれている。その状況は以下のとおりである。

表 6-1-1 国内の海洋関係の研究を実施する大学

大学名	学部名	学科及びコース
北海道大学	水産学部	海洋生物学科
		海洋資源学科
		増殖生命学科
		資源機能科学科
東北大学	農学部	生物生産科学科 海洋生物化学コース
石巻専修大学	理工学部	生物生産科学科 海洋生物コース
東京海洋大学	海洋科学部	海洋環境学科
		海洋生物資源学科
		海洋政策文化学科
	海洋工学部	海洋電子機器工学科
北里大学	海洋生命科学部	海洋生命科学科
東海大学	海洋学部	海洋文明学科
		海洋地球科学科
		海洋生物学科
東京農業大学	生物産業学部	アクアバイオ学科
日本大学	生物資源科学部	海洋生物資源科学科
福井県立大学	海洋生物資源学部	海洋生物資源学科
三重大学	生物資源学部	生物圏生命学科
		応用生命化学教育コース
		生物圏生命学科 海洋生物科学教育コース
神戸大学	海事科学部	海洋安全システム科学科
京都大学	農学部	資源生物科学科
大阪府立大学	工学部	海洋システム工学科
近畿大学	農学部	水産学科
愛媛大学	農学部	海洋生産科学特別コース
高知大学	農学部	農学科
		海洋生物生産学コース

広島大学	生物生産学部	生物生産学科 水産生物化学コース
福山大学	生命工学部	海洋生物科学科
宮崎大学	農学部	海洋生物環境学科
長崎大学	水産学部	水産学科
長崎総合科学大学	工学部	工学科 船舶工学コース
鹿児島大学	水産学部	水産学科
琉球大学	理学部	海洋自然学科_化学系
		海洋自然学科_生物系
水産大学校		海洋生産管理学科
		海洋機械工学科

以上 24 の大学において、水産や生物、バイオを専門とする学部、学科が非常に多く、造船や地質をメインとする学部、学科が少ないことがわかる。

(2) 国外の研究機関の概要と状況

今回の調査事業において、海外における海洋系の大学2校について調査を行った結果は以下のとおりである。

① Korea Maritime University (韓国海洋大学校：大韓民国) 2014年9月

○所在：釜山広域有市内

○ヒアリング実施対象者：工学部の金副学長（教育担当副学長）

韓国海洋大学は釜山広域有市内にある国立大学であり、本島からの道でつながった小島の中に大学の建物が建立している。釜山地区では、近年300万人から200万人の人口推移があった。今は全盛期ではないが、高層アパートが立ち並ぶ一種の海洋都市である。目的の大学に行く前に、目に入った港には、日本と往来するフェリーが駐留し、コンテナとクレーンが多く立ち並んでいる風景が印象的であった（図6-1）。韓国海洋大学では、海洋関係の分野とその関係分野に関して、教育・研究・社会国際貢献を行ってきている。今回は、工学部の金副学長（教育担当副学長）を訪問して海洋関係にかかわる同大学の概要と金副学長の研究に関して意見交換を行った。



釜山港 (<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%87%9C%E5%B1%B1%E6%B8%AF>)



韓国海洋大学 (<http://livedoor.blogimg.jp/otonarisoku/imgs/3/1/314b93e8.jpg>)

図6-1-1 インターネットに掲載された釜山港と韓国海洋大学の概観

○韓国海洋大学校大学概要

韓国海洋大学は、鎮海高等海員養成所を前身とし、1945年に高等商船学校として設立された。その後、1947年に仁川海洋大学と合併し国立海洋大学となり、1956年に韓国海洋大学に校名が改名され現在にいたっている。訪問した副学長である金教授によると韓国で1番目に設立された国立大学であるという。図6-1-1と図6-1-2に韓国海

洋大学のキャンパスの概要を示しており、図 6-1-3 は金教授が学生に鉱物に関して説明している様子である。

本大学は 4 学部から構成されている。以下においては、日本の大学と同じような呼び方で記載し、金教授（副学長）の説明にしたがって記載する。

まず、本大学で最も特徴的な学部は海事学部である。この学部の学生は、在学中の 4 年間は全寮制であり大学内で生活する。被服・寝具等は韓国政府から貸与・支給される。海事関係が重要視され、この学部の学生は兵役も免除されている。学生は乗船実習等の教育課程を積み上げ海技免状の筆記試験に合格すると、卒業と同時に海技免状を取得できる。全員が航海の経験を積み洋上での長期間の生活・訓練を義務として課される。構成される学科では、航海・船舶用機関・船舶用電子機械・海事輸送科・海洋警察に関する教育がなされている。

日本の大学の工学部と理学部が合体した理工学部とほぼ同じような教育研究が海洋科学技術学部でなされている。本学部では、造船海洋システム・海洋環境・生命科学・海洋空間建築学・エネルギー資源工学・海洋体育学の教育研究が推進されている。工学部は、機械・情報工学科、建設・環境工学科、電気電子工学科、コンピューター・制御・電子工学科、造船機資材工学科、データ情報学科、電波工学科、データ情報学科、ナノ半導体工学科で構成されている。学科間の相互的な教育研究もなされており、工学の全般に関する取り組みがなされている。卒業後、学生は海洋関係にとどまらず、韓国の自動車会社、電気電子関連会社、情報関連会社等の主要な企業に就職している。米国の大学や日本の有力大学の工学部との交流も盛んに行われている。

文化系の学部として国際学部がある。本学部では、海運経営・海事法・貿易経済学・国際通商学・海洋行政学が教育されており、語学文化関係では、英語英文学・東アジア文化・ヨーロッパ文化等に関する教育が行われている。

大学院は日本の場合の学問体制で見ると主に工学系で構成されており、最近から文学系と工学系が融合した教育研究分野が展開されてきているとのことである（金教授の研究室にも、英文学を学んだ者が工学研究科に進学し英語圏の工学研究に関して工学と文学が融合した教育課題に取り組んでいる）。大学院の課程としては、海事産業大学院課程、海洋管理技術大学院課程、教育大学院課程がある。

以上のことが、学部・大学院の教育研究に関することであり、海洋関係に特化した大学であるが、特に海洋関係のみに関して活動が展開されているわけではない。貿易のための技術や海外との人材交流も海洋大学の目的となっており、本大学では、医学部以外は日本の総合大学に近い教育体制をとることも可能であると思われた。

自然エネルギーに関しては、風力発電、海洋温度差発電（佐賀大学の方式とは異なり深海と海面の温度差を利用したものではない）、地熱による発電等に関する研究がなされている。詳細については短い時間内での情報を得ることはできなかったが、自然エネルギーに関しては、起業化に結びつく本格的な取り組みはまだないと思われる。

海洋関係および海洋エネルギーに関する大学の取り組みとしては、大きなプロジェクトとして海洋資源採掘にかかわる造船・海洋構造部の設計に関する取り組みがなされており、その成果を示すパネルや模型が講義棟内に展示されていた（図 4）。大学のアピールのためのような複数の海洋事業関連のパネルや船舶・海洋構造物の模型が展示されており、企業と共同研究を行っているようである。なお、今回の訪問に関して

は、海底資源の採掘に関する研究が韓国でも行われていることを金副学長から確認することができた。現時点では、JOGMEC や JAMSTEC で行っているような海底資源調査を本学が行っているわけではないと思われるので、具体的な調査は今後の課題とした。

訪問した金教授の研究室では、炭素繊維複合材料を用いた海洋構造物に関する研究活動および工学教育に関する教育研究が推進されている。金教授の研究室では徳島大学、東京工業大学等との研究交流があり、複合材料の特性に関して新しい現象を見つけている。研究室は特に高価な機器を使用した研究というイメージはないが、大学院生が工夫をして、次世代の海洋関係機器の素材の開発行っていた。その中には、炭素繊維複合材料のプロペラ、救命器具、レジャー用の海洋遊具用の素材開発等がなされていた。



図 6-1-2 韓国海洋大学のキャンパスマップ



図 6-1-3 学生に海洋鉱物に関して説明する金教授（右から 2 番目）



図 6-1-4 講義棟に掲示されたポスターと採掘船の模型

海洋関係の予算として、国家プロジェクトに関連するものが、5億円/2年、50億円/5年等の複数の公募がある。また、民間からの競争的資金もあり、それらの資金を同大学では積極的に獲得して、新しい教育研究および社会貢献・企業との共同研究に活用している。なお、金教授も国家プロジェクト予算等を獲得しており、所属している学生・院生も海洋関係の複合材料の開発に関して熱心に研究活動をしているという印象を受けた。

② University of wollongong (ウーロンゴン大学：オーストラリア連邦) 2015 年 2 月

○所在：Northfields Avenue, Wollongong

○ヒアリング実施対象者：海洋生物学教授 Andy Davis

○ウーロンゴン大学概要

1951 年創立。就職率と実践的な内容の授業で卒業生の満足度も高く、オーストラリア国内で高い評価をうける国公立大学。海洋学の分野は、地球科学&環境科学部の海洋科学、法律学部の海洋研究として学ぶコースがある。

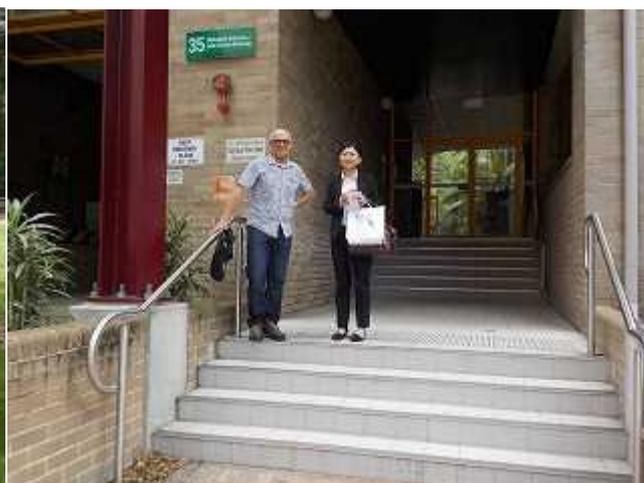


図 6-1-5 ウーロンゴン大学キャンパス

図 6-1-6 海洋生物学教授 Andy Davis

●海洋生物学ヒアリング

1) カリキュラムの内容について

表 6-1-2 海洋生物学カリキュラム

Introduction, Bathymetry and Plate Tectonics	水深測量とプレートテクトニクスの序論
Controls on Ocean Circulation	海洋循環の抑制
Ocean Circulation	海洋循環
Ocean Circulation continued	海洋循環連続性
Tides and Waves	潮流と波

2) 全学生数、教員の数

表 6-1-3 ウーロンゴン大学の人員数

項目	在学者数
学生 (海外キャンパス含む)	約 24,500 人
留学生 (約 70 か国以上から)	約 5,500 人
教員	約 1,424 人

3) 卒業後進路

日本同様、海洋関連の就職先は少ない状況。就職先として公務員、海洋系コンサルタント会社などがある。

4) 海洋資源開発に従事する人材の育て方について

海洋資源開発に従事することに限らず、想像力・問題解決力・共感できる力が備わるように指導している。他には創造性も大切。「Out of the box question」、形にとらわれない考え方、問題提起ができるような人材を育成する事が大切である。

5) 小・中・高校での海洋教育について

小中高での海洋教育は特に設けられていない。しかしフィールドワークが大切だと考える。私の知人は州からの援助で移動型水槽を用意し、子どもたちに海洋生物に触れる機会をつくっている。子供たちにはまだ気付いていない海への面白さを発見するよい機会になると思う。

6) その他 提言

子どもたちへの海洋教育について、一般の教師が簡単に教えるのではなく、専門家が最先端の海洋知識をより分かり易く伝える機会を増やすことが海への興味関心を持たせるポイント。そうしたイベントは子どもだけでなく、大人も関心を持つだろう。

●法律学部 海洋政策センター

1) センターの位置づけ

海洋政策、法、科学、経済、安全保障などの領域を中心に学際的な海洋教育・研究を提供しているオーストラリア唯一の教育機関。

「研究・教育・トレーニングを通じた知的資本を発展させることにより、海洋関連活動の持続的な管理において、政府・コミュニティ・産業の戦略的能力を向上させること」を任務としている。

2) カリキュラムの内容

表 6-1-4 法律学部 海洋政策センターカリキュラム

Law of the sea	海洋法
Research project in maritime studies	海洋学に関するプロジェクト
Comparative oceans policy and management	比較海洋政策と管理
Maritime regulations and enforcement	海洋規則と執行
Integrated marine and coastal management	総合海洋・沿岸管理

International maritime environmental law and management	国際海洋環境法と管理
International fisheries law	国際漁業法
Fisheries management law	漁業管理法
Legal regulation of shipping	海運に関する法規則
Contemporary maritime issues in the asia-pacific region	アジア太平洋地域における今日の海洋問題
Strategy and sea power	戦略と海軍力
Special topic in maritime	海洋学に関する特別トピック
Research project in maritime studies	海洋学に関する研究プロジェクト
Minor thesis in maritime studies	海洋学に関する小論文

3) 卒業後進路

センターの修士・博士課程へ進学する学生のほとんどが政府関係者、途上国の大学教授。約90%の学生が海洋関連の職業にすでに従事している。

参考

<http://smah.uow.edu.au/current-students/UOW153032.html#sees>

http://www.uow-japan.com/pdf/WCA_UOW_Japanese.pdf

日本の大学における海洋管理教育のあり方

(平成17年 シップ・アンド・オーシャン財団 海洋政策研究所)

(3) 県内研究機関の概要と状況

①. 県内研究教育機関

県内における海洋産業に関連する研究、教育機関等は琉球大学、沖縄科学技術大学院大学、沖縄工業専門学校の以下の学科、分野等である。

表 6-1-5 県内の大学、専門教育機関

研究機関名		学科・研究分野等	
琉球大学	理学部	物質地球科学科	大気・海洋物理分野
			海洋地球環境分野
			固体地球物理学・地震学分野
			岩石学・地球化学分野
	海洋自然科学科		進化・生態学
			熱帯生命機能学
			海洋生物生産学
			化学系
	工学部	機械システム工学科	材料システム工学講座
			熱流体工学講座
環境建設工学科		水工学研究室	
農学部	地域農業工学科	バイオシステム工学	
	亜熱帯生物資源科学科	生物機能開発学	
沖縄科学技術大学院大学		マリンゲノミクスユニット	
		海洋生態物理学ユニット	
		量子波光学顕微鏡ユニット	
沖縄工業専門学校		メディア情報工学科	
		機械システム工学科	
		生物資源工学科	

②. 県内研究教育機関における海洋資源利用に関する研究テーマ、研究プロジェクト

前述の研究機関等に対し、平成 25 年度調査（海洋資源利用と支援拠点形成に向けた可能性調査）で実施した「海洋資源利用における研究テーマ、研究プロジェクト」の調査結果は以下のとおりである。

表 6-1-6 研究機関における海洋資源利用における研究テーマ、研究プロジェクト
海洋資源利用における研究開発テーマ

組織	海洋施策の分類						総計
	海洋資源 関連産業	海洋エネルギー・ 鉱物資源 開発	海洋再生 可能エネルギー 開発	海洋情報 関連産業	海洋 バイオ 活用産業	その他	
琉球大学	工学部 機械システム工学科	1		3		1	5
	農学部					1	1
	理学部 海洋自然科学科					1	1
	小計	1	0	3	0	3	7
沖縄科学技術 大学院大学	マリンバイオ ユニット					1	1
	海洋生態物理学 ユニット				1		1
	量子波光学顕微鏡 ユニット			1			1
	小計	0	0	1	1	1	3
沖縄工業高等 専門学校	メディア情報工学科				1		1
	機械システム工学科	1			2		3
	生物資源工学科					2	2
	小計	1	0	0	3	2	6
名城大学	人間健康学部 スポーツ健康学科					1	1
	小計	0	0	0	0	0	1
合計	2	0	4	4	6	1	17

海洋資源利用における研究開発プロジェクト

組織	海洋施策の分類						総計
	海洋資源 関連産業	海洋エネルギー・ 鉱物資源 開発	海洋再生 可能エネルギー 開発	海洋情報 関連産業	海洋 バイオ 活用産業	その他	
琉球大学	工学部 機械システム工学科	1		1		1	3
	工学部 環境建設工学部	2					2
	理学部				1		1
	小計	3	0	1	1	1	6
沖縄工業高等 専門学校	機械システム工学科	1					1
	生物資源工学科					2	2
	小計	1	0	0	0	2	3
沖縄職業能力 開発大学校	1						1
小計	1	0	0	0	0	0	1
合計	5	0	1	1	3	0	10

③ . 県内研究教育機関の課題等

前述の研究機関における海洋資源利用における研究テーマ、研究プロジェクトにおいて、「海洋エネルギー・鉱物資源開発」に関する研究が現在は無い状況である。

沖縄近海における熱水鉱床等海底鉱物開発には採鉱、選鉱、精錬のプロセスがあり、そのための研究・技術開発は非常に重要な分野であることから、県内研究機関においても同分野の研究は不可欠である。

また、選鉱の際に発生する廃棄物、特にヒ素の処理、処分技術の研究を沖縄で行っていることにより、海底熱水鉱床掘削企業の誘致、立地に優位なファクターとなる。

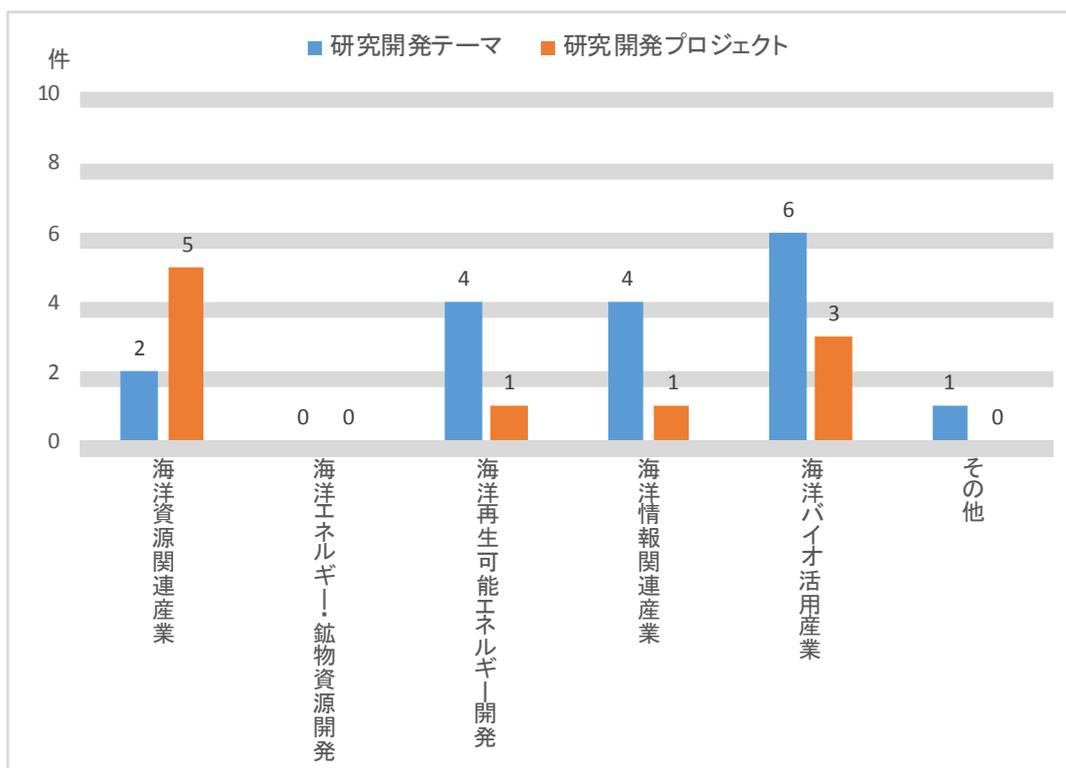


図 6-1-7 研究機関における海洋資源利用における研究テーマ、研究プロジェクト

(4) 関連計画等における人材育成に関する提案等

海洋基本計画（平成 25 年 4 月 内閣官房総合海洋政策本部）において、人材育成について次のように提案されている。

■人材の育成と技術力の強化

海洋立国を実現していくためには、その前提として、海洋に関わる人材の育成と技術力の強化を図っていくことが重要となる。このため、小学校、中学校及び高等学校における海洋に関する教育を充実する。また、大学等における学際的な教育や専門的な教育の推進、基礎的・先端的研究開発の強化、産学官連携の推進等を通じて、海洋立国を支える多様な人材の育成と基盤的な技術力の強化に取り組む。

また、経済産業省が「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画(平成 25 年 12 月)」において、海洋エネルギー・鉱物資源開発における人材育成については次のように述べている。

資源開発に係る人材については、国内における鉱山、油・ガス田が極めて限られている中で、将来に必要な人材を確保していくためには、実践に即した効果的な研修や、人材の研鑽の場として海外における事業への効果的な参画を進めることが重要である。

(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構においては、国内企業技術者等に対して最先端の掘削シミュレーション等を活用した実践的な研修の実施や、海外の国営石油会社等とも連携した取組など、民間ではできない事業について、今後とも取組んでいく必要がある。

また、一般財団法人国際資源開発研修センター（JMRC）においては、民間の取組として、資源政策、資源需給、資源開発技術、資金調達、プロジェクト評価及び海外フィールドの見学等の研修を行い、鉱物資源開発に係るプロジェクトの総合的推進のための能力の養成・向上を図っており、こうした活動を通じての資源関係人材の育成が期待される。

なお、海洋エネルギー・鉱物資源開発にあたっては、長期的かつ継続的な取組が必要である。中長期的な道筋を内外に示していくことによって、将来を担う学生等にとって魅力ある就業の場が開かれ得ることに留意する。

(5) 沖縄における海洋分野の産業人材育成に向けて（案）

・海洋分野に特化した学部学科等の設置

前述のとおり県内の研究機関において海洋資源利用に関する研究が行われているが、現状の海洋エネルギー・鉱物資源開発関連の研究テーマがない等の課題あり、海洋資源関連産業の振興を推進するに際して、統一的な方向性を持って研究活動を進める必要がある。

そこで、博士・修士・学士育成等に関しては、琉球大学、沖縄科学技術大学院大学、沖縄工業高等専門学校、沖縄職業能力開発大学校に海洋分野に特化した学部学科等の設置を検討する必要がある。

・インフラの支援拡充

大学等の研究機関への研究費補助金等の充実や開発機器等の充実を関係機関へ求める必要がある。また、海洋都市のプラットフォームを通して民間からの共同研究費の確保を進め、更に研究、技術開発、商品化を目指すファンド創設の検討する事が望まれる。

2. 海洋資源産業の振興のための啓発活動

1. 国内外の海洋教育・体験・啓蒙に関する施設

(1) 海洋教育・体験・啓蒙等を実施している博物館の概要

海洋学関係の観測用測器・標本・諸資料を展示する博物館。「海事」「海洋」の名を冠する博物館は世界に数多いが、大部分が海についての軍事・民俗学・自然史等に関する展示物を主とし、本格的に海洋博物館と称しうるものは少ない。

世界的に著名なものに、モナコ海洋博物館がある。ノルウェー、オスロのコン・ティキ博物館には「コン・ティキ号」が展示されている。同じくオスロには、ナンセンが北極探検に使ったフラム号、イギリスのロンドンには南極海の海洋観測に活躍したディスカバリー号、アメリカのサンフランシスコにはアムゼンの探検船ヨー号が保存・公開され、博物館の役割を果たしている。

日本には静岡市に東海大学海洋科学博物館、横浜市に横浜マリタイムミュージアムがあり、東京の「船の科学館」は海洋開発関係の展示を特色としている。

このような海洋に関する啓蒙を行う博物館について、国内外における海洋教育・体験・啓蒙等を実施している博物館等の概要は次のとおりまとめてみた。

■ 海洋文化館



■ 海の博物館



■ 名古屋海洋博物館



■ 神戸海洋博物館



■ 東海大学海洋学部博物館



■ オーストラリア国立海洋博物館



■ イギリス国立海事博物館



表 6-2-1 海洋教育・体験・啓蒙等を実施している博物館等の概要

施設名	住所	運営者	概要	施設面積	体験・啓蒙活動等
海洋文化館	沖縄県本部町 国営沖縄記念公園内	国営沖縄記念公園事務所 (一財)美ら島財団	沖縄国際海洋博覧会の政府出展された展示館。 アジア・南太平洋地域の海洋民族の歴史や文化を 現代に保存し伝える。	敷地面積 12,600㎡ 延べ面積 8,254㎡	海洋文化館クワトロ体験 沖縄伝統漁具ミーカーン作り体験等
海の博物館	三重県鳥羽市浦村町	(公財)東海水産科学協会	海洋に関する人文科学・社会科学 テーマ：海に生きる人々(海民)、船(木造船の世 界)、魚介藻を獲る(漁具と漁法)、海の環境を守る (汚染の現状)	敷地面積 10,805㎡ 延べ面積 2,026㎡	海のクワトロ体験 磯や干潟の生きものの観察 漁網あみ体験
名古屋海洋博物館	愛知県名古屋港区 名古屋港ポートビル内	(公財)名古屋みなと振興財団	名古屋港における海事思想の高揚と海洋文化の普 及に努める。 観光事業の振興を図る。 名古屋港の発展に寄与する。	敷地面積 2,800㎡ 延べ面積 1,975㎡	ポトルシップ展、制作体験 南極教室 海の映画上映会
神戸海洋博物館	兵庫県神戸市中央区	(一社)神戸港振興協会	海・船・港の総合博物館	敷地面積 ㎡ 延べ面積 7,564㎡	ポトルシップ展、制作体験 特別展：丸木舟から宇宙船まで
東海大学 海洋学部博物館 海の博物館	静岡県静岡市清水区	(学校法人)東海大学	学部の教育研究に利用し、海洋科学に関する知識 を広く皆さんに提供する 総合的な学習の時間、体験学習などに対応する教 育支援プログラム	敷地面積 ㎡ 延べ面積 ㎡	パネル展 博物館に見る南海の生きもの サマースクール もっと魚を知ろう イベント 海の研Q所あなただけの知りたい海
オーストラリア 国立海洋博物館 The Australian National Maritime Museum	Street Darling Harbour Sydney		オーストラリアの歴史と発展に大きな関わりを持つ海 洋に関する国立博物館 航海、貿易、海軍の歴史などに関する展示	敷地面積 ㎡ 延べ面積 ㎡	海賊スクール 水泳からビートル缶ボートレガッタ等水系のレ ジャー活動体験
イギリス 国立海事博物館 National Maritime Museum	Park Row, Greenwich, London		イギリスの海事の歴史、クルーズ船や海洋などがテー マ	敷地面積 ㎡ 延べ面積 ㎡	船舶縦横シミュレーションシステムによる操船体 験 カティーク号船員体験

また、今回の調査において、オーストラリア国立海洋博物館を視察し、どのような取り組みにおいてどのような取り組みがなされているか調査をおこなった。

1) オーストラリア国立海洋博物館 概要

所在：2 Murray Street Darling Harbour Sydney NSW 2000, AU

1990年開館の国立海洋博物館。シドニー西部端、観光客と地元民に人気のダーリングハーバー地区に位置する。館内では、11箇所の展示スペースが設けられ、ヨーロッパの海洋探検家と移民による航海の歴史から最近の湾岸事業(ヨット・レース)他、様々な分野の展示物がある。10階建ほどの大きさのヨットも展示されている大規模な博物館である。

隣接した埠頭にはオーストラリア開国の父キャプテンクックのエンデバーのレプリカ船、潜水艦、駆逐艦ヴァンパイア号が係留しており、実際に船内も見学する事ができる。エリアによって入場料が異なる。



図 6-2-1 オーストラリア国立海洋博物館外観

表 6-2-2 オーストラリア国立海洋博物館概要

項目	2013年～2014年
年間来場者	61万6189人
敷地面積	未確認
年間運営費	34,584,000\$
事業収入	34,062,000\$
スタッフ	97人(正社員70人、非正規社員27人)
ボランティア	475人

2) 展示(常設展)



8つの常設展示コーナーでは、オーストラリア大陸発見の歴史、海軍について、航海道具、アボリジニの歴史、オーストラリア人と海とのかかわりなどについて模型や写真以外に、ビジュアルシアターを用いて説明を行っている。(←図6-2-2)

最も目立つのは、乗り物の展示物である。海軍のヘリ、女性セイラーとして

初めて無寄港で世界一周を達成した人のヨットも展示されている。20m以上ある高い施設の天井にいくつかの木造の小型船が吊るされている。壁面にはサバニのような船の展示もあった。



図 6-2-3 ヨットの模型↑



展示物説明の言語は英語のみ。また、ボランティアのガイドを予約すると、館内を案内しながら展示物の詳細を説明してくれるサービスがある。ボランティアの中には、展示物の復元スキルをもつ方もいる。

(←図 6-2-4 常設展示)

3) 特別展示

企画展のコーナーは3つ設けられており、不定期で変更される。視察時で開催されていたのは、第一次世界大戦の海軍戦争について、くじらの写真展などであった。特別企画展は主に有料となる。特別展示展は公的機関の協力だけではなく、民間企業もスポンサーとなって実施されている。(図6-2-5)



図 6-2-5 特別展示入口

4) 別館

本館から徒歩2分のところに WHARF 7 MARITIME HERITAGE CENTRE と呼ばれる施設があり、そこでは海事遺産保全の研究室、海事関連の資料が保管された図書館、ワークショップスペースがある。本館同様に一般開放されている。

5) 教育に関して

博物館では、こども、学生向けの有料プログラムが27個あり、対象年齢別に構成されている。

シドニー港の遺産フェリーやクルーズ船へ乗船し船上での生活、船の基本動作を学ぶ体験型プログラムや、海事考古学、1980年代から現在に至るまでの金の鉱業について学ぶプログラム等がある。また、修学旅行の受け入れも積極的に行なっている。

表 6-2-3 子供たちの入場者数

項目	2013年～2014年
未就学児童(6歳以下)	2,106人
小学生	22,018人
中学・高校生	10,205人
大学生	1,112人
合計	35,441人
学校のプログラムとして参加(生徒)	38,674人
公的なプログラムとして参加 (一般人含む)	38,859人

6) 啓蒙活動

ボランティア活動を積極的に導入している為、一般ボランティアの人数が475人と博物館職員の5倍近くに上る。HPではオーストラリア最大の多種多様なボランティアプログラムがあるとのこと。例としてガイド以外に、展示物保全のボランティア、事務作業のボランティアなどがある。

予約制の本館内、船上のガイドも学習プログラム以外はボランティアガイドが同行することが多い。施設のアニュアルレポートには、ボランティア全員の名前が記されている。ボランティア登録者には施設の無料パス、イベントへの招待などの特典がある。

7) まとめ

本施設は海軍の歴史、船、ヨットの展示が多く、海洋生物、鉱物の展示はほとんど見られなかった。ふ頭に係留してある実物の歴史のある船へ乗船できることがメインイベントである。未就学児童から高等学校まで年齢別の教育プログラムが27個用意されていることについて、レクレーションに近い内容だが、年齢に応じて海に関する学びがあること、親しむが設けられるという点でよい取組だと考える。

また、成人してもボランティアという形で海に関することを学び続けることができる施設である。

参考資料

● <http://www.anmm.gov.au/> オーストラリア国立海洋博物館

● http://issuu.com/anmmuseum/docs/anmm_annualreport_1314/0

オーストラリア国立海洋博物館アニュアルレポート2013-2014

(2) 国内における啓蒙活動に関する取り組み

①海辺の環境教育フォーラム事務局

東京都にある「海辺の環境教育フォーラム事務局」では、「海辺から環境教育を考える」こと目的に、海の環境教育関わる人や興味を持つ人のゆるやかなネットワークで2001年3月に活動をおこなっている。

現在、環境教育は学校教育のみならず地域づくりや観光など、さまざまな分野と結びつき広く展開され、また環境教育に関連した会議や学会も複数行われている。

②「海事産業の次世代人材育成推進会議」

「海洋教育」について、海洋国家日本の将来を担う青少年が、海に親しみ、海に学び、海についての理解と関心を深める「海洋教育」の充実が求められており、「海事産業の次世代人材育成推進会議」では、海運業・造船・船用工業・海洋レジャーなどについての情報発信やイベント開催などを通じ、「海洋教育」に関する取り組みを進めている。

③日本海洋学会教育問題研究会

本研究会では、初等中等教育および高等教育における海洋の教育の充実、ならびに一般国民を対象とした海洋の教育の推進、海洋に関する知識の普及等を図るための手段を検討し実施することを目的に設立され、現在世界の海は水産漁業、海上輸送、海辺でのリクリエーション、台風などの気象現象、海洋エネルギー利用、気候変動、などを通して学ぶ機会を設け活動をおこなっている。

しかし、海については、まだまだ分かっていないことがたくさんあり、世界中の研究者が観測船、人工衛星、コンピュータなどのさまざまな道具を使って海のなぞに挑戦している活動について小学生から大人まで、紙芝居や絵本を見たり、海洋学者とお話したりして、海のことを楽しく学んでもらっている。

(3) 国立自然史博物館の設立の動き

日本学術会議(科学者委員会 学術の大型研究計画検討分科会)では、「第22期学術の大型研究計画に関するマスタープラン(マスタープラン2014)」において、国立自然史博物館の設立を提言しており、その候補地として、東北と沖縄が望ましいとしている。

・計画名称

自然史科学のイノベーションを目指す国立自然史博物館の設立

・計画の概要

国の宝であり、後世に残すべき知的財産である自然史標本を継続的に収集・保全し、自然環境を総合的に研究し、その成果の活用を図る自然史研究拠点、「国立自然史博物館」を設立する。

・学術的な意義

自然史標本を保全し、自然史科学を刷新することで、国際的に重視されている生物多様性の維持、生態系の保全、遺伝情報の活用、生物機能の解明と応用等々に大きく貢献する。

- 社会的価値

自然史標本を時間軸で比較することで自然環境の変遷をとらえ、その原因を探ることで、将来予測に貢献し、生物多様性保全と資源の適正活用の方策を提言することで人類の持続可能性を確保する。

- 計画期間

合計 4 年＝準備期間 2 年＋施設設備建設 2 年

- 所要経費（億円）

○当初経費：建設経費 100 億円、研究設備 30 億円、展示経費 20 億円、
人件費 20 億円

○運営経費：人件費 20 億円、物件費 80 億円

- 主な実施機関と実行組織

実施機関：国、大学、そして県など地方自治体が経費負担や人材提供を分担する
コンソーシアム体制。

実行組織：研究員（教授、准教授、助教）、専門職職員（展示、普及活動、標
本登録・管理など）



3. 海洋資源産業の振興のための啓発活動に向けて

海洋都市構想を構築するためには、海洋分野に関するサイクル“人材育成－研究開発－産業集積”が重要であり、そのためには、大学等高等教育機関における学際的な教育や専門的な教育の推進、基礎的・先端的な研究開発の強化が求められる。また、海洋に関する体験、啓蒙活動を通して、海洋資源関連産業資源開発に対する認知度が上がり、同資源開発に関する県民の機運向上にもつながる。

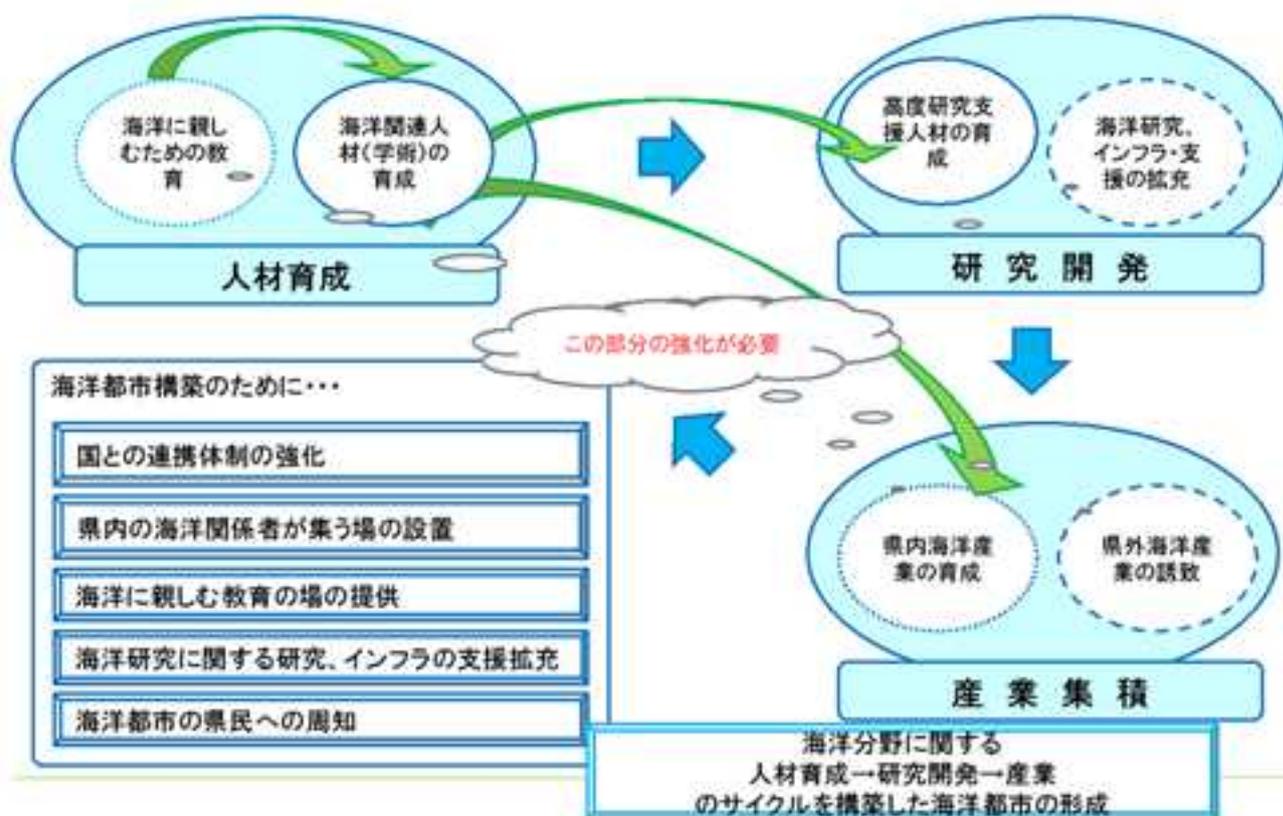


図 6-3-1 県内における人材育成から研究開発、産業人材へのサイクルイメージ

上記図の様に、県内において海洋産業を更に充実させるためには、県民への海洋に関する深い理解から、人材育成、そこで育つ人材を研究開発や産業へ育てるサイクルの構築が必要であると考えます。

その中でも、特に必要で充実が必要と考える項目として以下の2点を挙げる。

- 県民に対する海洋への理解を図る啓蒙・普及活動
- 海洋に関する研究機関（大学、公設試験研究機関）の連携と強化

上記2点を勘案し、次頁に具体的な提案を示してみた。

○海洋教育の核となる「沖縄マリンサイエンス・コミュニティ（仮称）」の設立

海洋教育・体験・啓蒙等のためには、海洋教育の総合的な支援体制を整備する必要があり、そのために既存の国際海洋環境情報センター、国立沖縄記念公園海洋博公園の活用強化が求められる。その他にも海に関する学習の場を提供する各種団体等との有機的な連携を促進する必要がある。

そこで、海洋教育の核となる「沖縄マリンサイエンス・コミュニティ（仮称）」の設立を検討する。

また、「沖縄マリンサイエンス・コミュニティ（仮称）」においては、国際海洋環境情報センター、国立沖縄記念公園海洋博公園、海の学習を提供する団体等のパイロット的な機能を持たせ、観光客、県民が窓口を訪れることにより、連携施設、団体への来訪、参加へとつなげる。

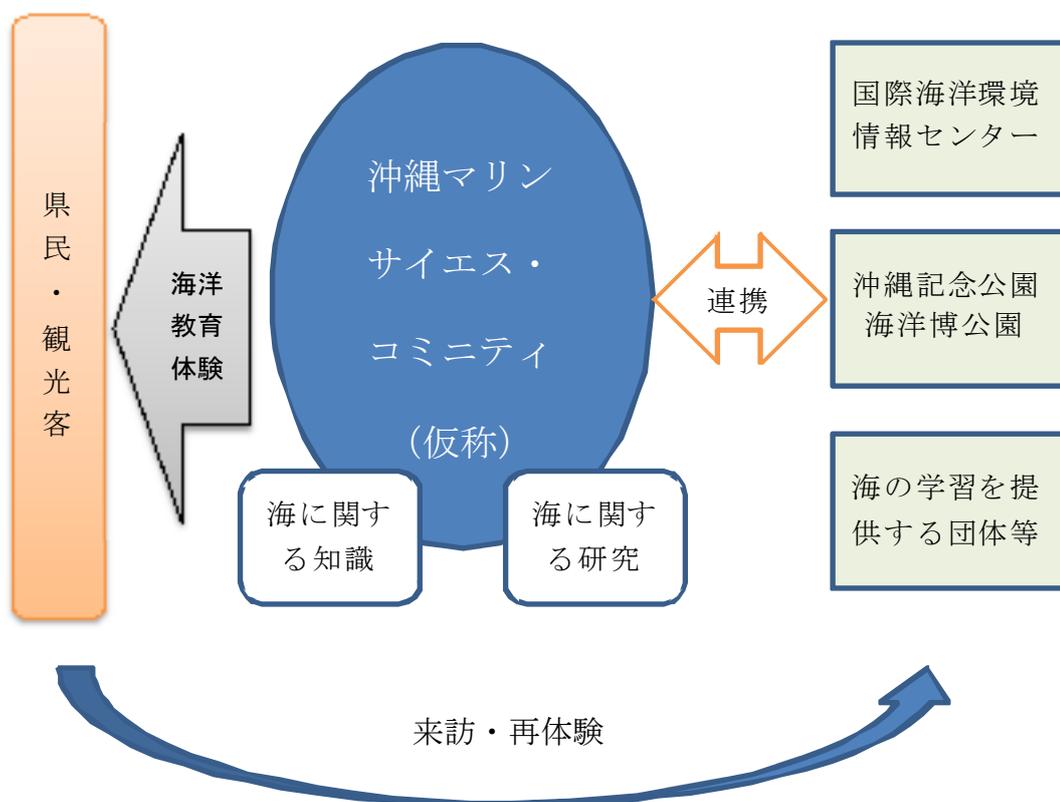


図 6-3-2 沖縄マリンサイエンス・コミュニティの機能イメージ

○ 沖縄の海洋研究について議論する場の設置

県内における海洋研究の総合的な連携体制を整備する必要があり、そのため琉球大学をコアに、沖縄科学技術大学院大学、沖縄高等専門学校、また JAMSTEC、JOGMEC との連携強化が求められ、その会議において連携を深めつつ、海洋研究に関するテーマの立案などの有機的な連携を促進する必要がある。

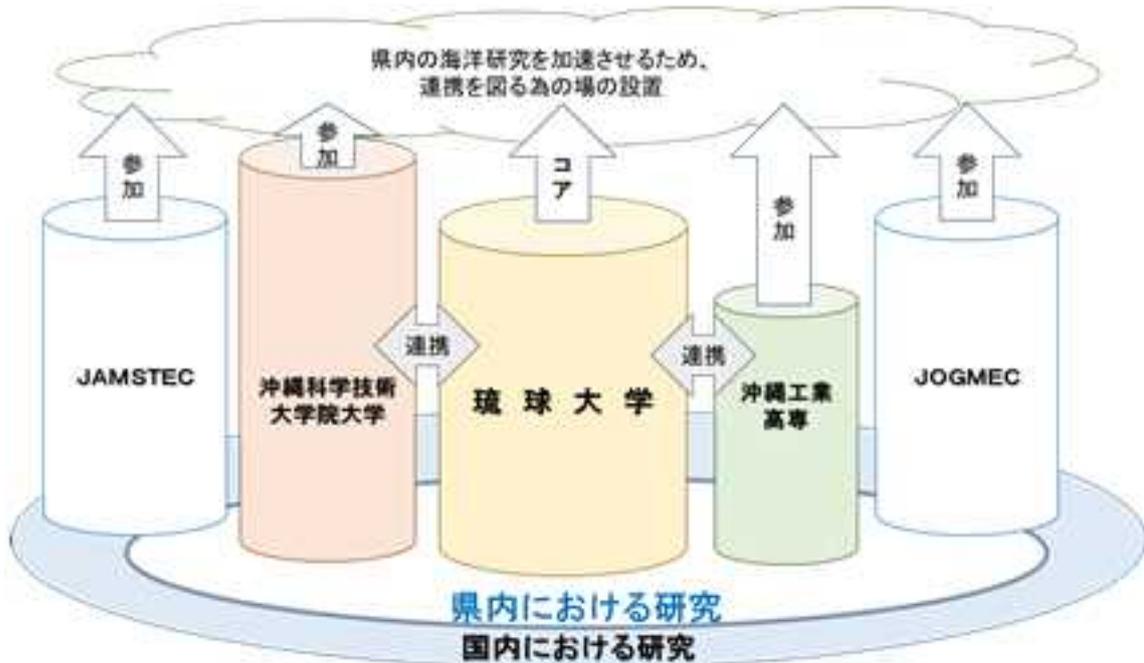


図 6-3-3 沖縄の海洋研究について議論する場のイメージ

そのためには、沖縄の海洋研究について議論を図る場が必要で有ると考える。

その、議論の場を設置し、事務局機能については、県内で古くから研究・教育に携わる琉球大学がコアとなり県内の海洋研究をおこなう沖縄科学技術大学院大学及び沖縄工業高専と連携し県内の海洋研究について議論をおこなうことで、各教育機関の位置づけと特色を活かしつつ海洋研究を連携しておこなうことが可能となる。

また、県内の海底熱水鉱床について研究を実施する JAMSTEC や JOGMEC を本会議に参加してもらう事により、現在実施している研究を共同でおこなうことや、分担しておこなうことで状況なども共有でき、かつ、県内のみならず国内の海洋研究への協力、参加も可能となる可能性がある。

そのため、早い段階からのこのような場を設置し、活動していくことが沖縄の海洋研究の推進に繋がると考えられる。

第7章 沖縄県における海洋都市構築に向けて

