

# I 研究概要

## 1.目的

世界的なエネルギー需要及び価格の高止まりを受けて、(1)化石燃料に関しては、メキシコ湾沖、ブラジル沖、アフリカ西岸等にみられるように海底油田、海底ガス田の開発・生産はますます拡大且つ大深度化しており、(2)再生可能エネルギーの分野でも浮体式を含む洋上風力発電の検討が進む等、海洋に関連する分野の市場拡大が続いている。これらに加え、海洋開発分野においては、将来的に海底鉱物資源開発等の可能性も検討されており、長期的に有望な市場である。

また、政府としても、2010年5月に我が国の国土交通省が取りまとめた成長戦略において「海洋産業の育成」の重要性を示している。

このため、海洋開発分野は、我が国造船・海運業界が今後戦略的に取り組むべき分野であると考えられるが、同時に、これらをビジネスに載る形で実現しようとするれば広範で且つ高い技術力が必要とされることから、どこに自らの技術ポテンシャルを持ち、どこは他者の技術に委ねるといった戦略的な対応が必要である。このような状況の下、日本船舶技術研究協会としては、「海洋開発及び環境技術に関する調査研究」を実施し、海洋開発技術面、環境保全技術（規制）面での技術MAPを作成することにより、技術開発の活性化を促進するための新たなプロジェクトの発掘・育成を行うことを目的とする。

## 2.調査内容

海洋開発は、非常に将来性の高い分野であるが、同時に、開発対象海域が深海化するにつれて、事業規模も拡大し、総合技術の様相を呈している。また、メキシコ湾沖で発生した英BPの原油流出事故を契機に、深海油田開発に関する各国政府の規制強化の可能性や、いったん事故が起きた後の巨額な損害賠償のリスクが顕在化してきつつある。このような状況の中、MODUを含む海上浮体構造物、その支援のための船舶は、経済性と安全性（海洋環境保護）の両立が求められていることから、これらに関し、海洋開発技術面、環境保全技術（規制）面での調査を行い（ブラジル（リオデジャネイロ）及び米国（ヒューストン）への海外現地調査を含む）、それぞれ技術MAPを作成した。また、これらの調査結果をもとに、日本として将来的に重要となる海洋技術開発課題を抽出した。

### （1）海洋開発技術関連の調査

海洋開発関連の産業は、個々の企業による実ビジネスの経験に裏打ちされたノウハウや知見のみならず、産業としての集積が市場を開拓する上で重要である。

そのためには、海洋産業全般についての現状を把握し、俯瞰することで今後必要な研究開発の課題が抽出されることを期待するものである。そこで、特に技術面での世界の現状、技術の保持者ならびに今後の対応への課題などを明らかにするために、次の調査を実施した。

- ① 技術マップの作成
- ② ヒヤリング対象として海洋開発関連産業(国内外)の選定
- ③ 海洋開発に関する文献調査
- ④ 選定された海洋開発関連産業(国内外)へのヒヤリング実施
- ⑤ 将来的に必要となる技術開発についての課題の抽出

## (2) 環境保全技術（規制）関連の調査

メキシコ湾における原油流失事故を契機として、将来的に浮体構造物等の施設に対する安全性や環境保全技術への信頼性についての規則見直しがなされる可能性がある。このため、現状の安全規則や環境規制を整理し、将来おこりうる規則見直しの方向性を検討することで、必要となると考えられる環境保全技術（規制）について明らかにするために、次の調査を実施した。

- ⑥ 海洋産業に関する関連法規の調査
- ⑦ 環境保護で課題となっている項目についての文献調査
- ⑧ 海洋開発関連産業(国内外)への環境対策についてのヒヤリング実施
- ⑨ 将来的に必要となる技術開発についての課題の抽出

## (3) 将来的に重要となる日本の海洋技術開発の検討

上記の調査から判明した世界の海洋開発の動向、日本の海洋開発の経緯と現状及び日本における国家プロジェクトの動向等を考慮して、今後日本として重点を置くべき海洋技術開発を検討した。

## 3.成果の概要

### (1) 技術マップの作成

「石油・天然ガス」、「洋上風力」、「海底熱水鉱床」の3つの分野に関して、全体を俯瞰する技術マップを作成した。「石油・天然ガス」を例に取り技術マップの構成をそれぞれ表-1～表-2に示す。表-1について、現状の欄は、その分野の TOPICS や最近の動向を示し、事業のフローの欄は、上流から下流までの事業の各段階を示している。また、技術項目の欄は、事業の各段階のそれぞれに対する主要な技術項目を示すものである。表-2は技術項目の詳細を示すもので、技術の内容、技術の現状、技術保有者、技術開発課題・方向性に分けて詳細に記述している。ここで、技術開発課題・方向性で記述している内容は、世界基準の課題と方向性を表すもので、日本の課題・方向性では無いことに注意を要する。世界で Proven な技術であっても日本では未経験な技術が多く存在する。

なお、技術マップ作成の元となった調査データは報告書の第3章及び第4章に記載した。

### (2) 将来的に重要となる日本の海洋技術開発の検討

上記の調査結果を元に、世界の海洋開発の主要技術を抽出し、これらがマーケットとリンクしてどのように発展して行くかを考察した。これを図-1に示す。そして、次の視点、

- ・ 日本としての実績の有無
- ・ 日本の JOGMEC（（独）石油・天然ガス・金属鉱物資源機構）や NEDO（（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構）に国家プロジェクトが計画されており、

これにより今後技術を獲得する可能性の有無並びに本報告書の視点（造船・海運業界中心）等から、主要技術のそれぞれについて技術開発の重点度を評価し日本が重点的に開発すべき技術を抽出した。これを次に示す。

- ① 風車
- ② 採鉱システム
- ③ 保守・メンテナンス
- ④ 洋上ロジスティクス
- ⑤ 設置関連の技術
- ⑥ 係留・DP技術

図-2 に、これらの技術がマーケットの動向（特に、JOGMEC や NEDO のプロジェクトに応じて発展していく様子）を示す。さらに、これらの技術開発内容をブレークダウンして表-3 に示す。

次に、上に掲げた①～⑥の中から早期に開発に着手し、欧米や韓国と肩を並べる、あるいは凌駕すべき技術開発を以下の視点から抽出した。

- ・ 造船・海運業界として取組みやすい技術
- ・ 現在は比較的ニッチな技術であるが、将来的には重要になると想定される技術
- ・ 共通基盤的技術

結果を以下に示す。

- ① 洋上ロジスティクス
- ② 保守・メンテナンス

まず、海上輸送という海運・造船企業が対象とする分野と極めて高い親和性を有する「洋上ロジスティクス」分野は、海外のチャンピオン企業も存在していない現状で、もっとも有力な選択肢となると考えられる。

さらに、将来の技術の水平展開の可能性等の将来性を戦略的に考慮すれば、「保守・メンテナンス」分野についても、構造部材の耐久性、塗装、メンテナンス手法、基準・標準作成等の点において、船舶のそれと一定の親和性を有していると考えられ、我が国として先行的に手がけていくことが適切と考えられる。

陸から遠く離れた場所にある機器に対して、どのようにロジスティクスし、どうメンテナンスするかは、今後の海洋開発の沖合化・大水深化を見ると大変重要な課題であり、かつ浮体技術、設置技術、係留・DP 技術等の知見も必要とする総合的な技術である。これらを強化することは日本の海洋技術の底上げにもつながると共に、ビジネスにおいても日本企業がよりオペレータに近いプレーヤーになるための力になると考えられる。

#### 4.まとめ

今回の研究は、海洋開発分野における船舶技術開発の活性化を促進するための新たなプロジェクトの発掘・育成を行うことを目的として実施したものである。

そこで、まず海洋開発全般を俯瞰するために、海洋開発技術面、環境保全技術（規制）面での網羅的な調査を行い技術マップ等を作成した。次にこの調査結果をもとに、我が国として将来重点的に開発すべき海洋開発関連技術を抽出し、この中からプラットフォームとしての船技協の立場から、さら

に検討を深めていくべき海洋開発関連技術として、洋上ロジスティクスと保守・メンテナンスの2つの技術分野を抽出した。これら2つの技術分野に含まれる対象は幅広く、今後、より具体的な検討を行っていくためには、一定の海洋開発事例を想定したうえで、それをベースとして技術的課題の抽出を行う予定である。これらの取組みによって、先行的・潜在的な技術ニーズを発掘し、我が国海事産業の発展に資することとしたい。

表-1 石油・天然ガス関連技術マップの構成（その1）

現状	事業のフロー		技術項目	参照ページ
	探鉱	探鉱・探掘		
<ul style="list-style-type: none"> <li>・大水深化</li> <li>・大深度化 (Pre-Salt層)</li> <li>・洋上LNG生産基地プロジェクト</li> <li>・掘削市場への本邦企業の参入</li> <li>・新技術を積極的に導入 (PETROBRAS)</li> </ul>	探鉱	1. 探鉱・探掘権の取得	① 物理探査船	I-1 I-1
	2. 探査・探鉱	② オペレーション		I-1
	3. 試掘・探掘	① 掘削リグ		I-2 I-2 I-3
	4. 開発計画策定	② オペレーション		I-3
	5. 開発井掘削・仕上げ	① 掘削リグ		I-4 I-4 I-4
	6. 生産設備の設計・建造	② オペレーション		I-4
	7. 生産設備の設置	① 生産システム		I-4 I-6 I-6
	8. 生産・貯蔵・出荷	① 設置		I-7 I-7 I-7
	9. 輸送	① オペレーション		I-7 I-8
	10. 貯蔵・精製	① 輸送システム		I-8
	11. 販売	② オペレーション		I-8

表-2 石油・天然ガス関連技術マップの構成（その2）

技術項目	内容	技術現状	技術保有者	技術開発課題・方向性
	<p>○地震探査法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・油層構造を探る探査方法</li> <li>・人口的に振動を起こすことで波を発生させ、その波の反射波を捉えることで地下構造を把握</li> <li>・振動を起こすための震源には、海上の場合にはエアガンなどを使用。(陸上の場合には爆薬やパイロロサイス(鉄板振動などの非爆薬震源))</li> <li>・2D or 3D (3Dでは成功率が30-50%程度)</li> <li>・探査用ストリーマを使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・試掘成功率は最高で70~90%</li> <li>・航行船舶の位置は、GPSにより誤差が1m以下になり、船舶が大型化して、6000mのストリーマを8~12本曳航可能。</li> <li>・データ処理技術の向上により、地震探査から数週間での構造を解釈可能。</li> <li>・最近では海底地震計(OBS、Ocean Bottom Seismograph)、海底ケーブル(OBC、Ocean Bottom Cable)などによる地震探査も実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PGS</li> <li>・Fugro</li> <li>・JAMSTEC 等</li> </ul>	<p>【技術開発課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海底地震計や海底ケーブルなどの効果的な設置・敷設・回収技術が課題</li> <li>・ストリーマケーブルの長距離化、高精度位置保持(将来的課題)</li> <li>・比較的薄い層に存在するメタンハイドレート、コハルトリッチクワースト、熱水脈床は従来のストリーマを用いた海上からの地震探査では探査することは困難</li> </ul> <p>【今後の方向性】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・探査技術は十分な蓄積が有るため、今後の石油・天然ガス開発の大水深化を考えると、より大水深での探査経験を積み重ねることが必要。</li> </ul>
探査技術	<p>○電気探査(電磁探査)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・微小な重力異常を探査することにより、地下構造の密度差、基盤岩の分布の把握や、石油・天然ガス鉱床を形成する背斜構造の抽出など地下構造の不均質を把握する方法</li> <li>・船上重力探査、深海曳航型重力探査、海底重力探査</li> <li>・重力計は原理的には、錘をつるしたスプリングや弦の変位や振動数の変化を基に重力加速度を測定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAMSTECなどでも技術保有</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PGS</li> <li>・Fugro</li> <li>・JAMSTEC 等</li> </ul>	<p>【技術開発課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Proven技術</li> </ul> <p>【今後の方向性】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・探査技術は十分な蓄積が有るため、今後の石油・天然ガス開発の大水深化を考えると、より大水深での探査経験を積み重ねることが必要。</li> </ul>
	<p>○重力探査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海底を構成する岩石が磁化するプロセス、岩石の種類によって変わる帯磁率(磁化率)などを調査する方法</li> <li>・船体の磁場の影響を避けるために、船舶から数百m以上離して磁力計を海中曳航。</li> <li>・磁力計としては主として、プロトン磁力計が採用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAMSTECなどでも技術保有</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PGS</li> <li>・Fugro</li> <li>・JAMSTEC 等</li> </ul>	<p>【技術開発課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・Proven技術</li> </ul> <p>【今後の方向性】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・探査技術は十分な蓄積が有るため、今後の石油・天然ガス開発の大水深化を考えると、より大水深での探査経験を積み重ねることが必要。</li> </ul>





表 -3 日本が重点的に開発すべき海洋技術のブレークダウン

技術開発内容		
大項目	小項目	
将来性のある 海洋技術開発	①風車方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・傾斜・動揺下での信頼性・耐久性向上</li> <li>・設置海域の自然条件に合致した風車方式</li> <li>・大型化・低コスト化</li> </ul>
	②制御技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ピッチング最適制御による発電効率向上</li> <li>・浮体の動揺抑制制御</li> </ul>
採鉱システム	①各種採鉱機械(海底で鉱石を掘削、集積、搬送等を行う移動可能な機械)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・掘削装置、浚渫装置、移動装置、着水揚収装置などの開発</li> <li>・遠隔操作技術</li> </ul>
保守・メンテナンス	①沖合・大水深での海上構造物のモニタリング & 保守技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CMS(コンディション・モニタリング・システム)(重要部分の健全性を監視・診断・故障予知等)</li> <li>・メンテナンス専用船</li> </ul>
	②寿命のフレキシブル化技術(モニタリングとメンテナンスで機器の寿命をコントロールする技術、既存構造物を延命化する技術等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・材料、塗装寿命評価技術</li> <li>・構造強度解析、安全性評価技術</li> <li>・寿命のフレキシブル化の設計技術</li> </ul>
洋上ロジスティクス	①沖合化する生産施設に対応した要員や資機材の高速・高効率輸送技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高速輸送船</li> <li>・船舶から施設への高速・高効率移乗技術</li> <li>・浮体式中継ハブ(人員や物資の輸送の中継センター)</li> </ul>
	②海底鉱物資源開発の資源の陸上輸送システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・採取母船とシャトル船の間の鉱物の荷役システム</li> </ul>
設置関連の技術	①外洋上での石油・ガス関連(浮体、係留、機器等)の設置技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設置作業船、設置支援機器(ROV/AUV)</li> </ul>
	②海底鉱物資源開発の設置関連技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・採鉱機、集鉱機などを水中投入する際のワイヤー張力制御</li> <li>・アンビリカルケーブルのハンドリング(振れ防止等)</li> <li>・1ヶ所の事業期間が短い事業の設置技術</li> </ul>
	③洋上風車の設置関連技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新施工方法の開発(コスト低減のため)</li> </ul>
係留・DP技術	①洋上大水深に対応した係留技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Taut係留、Turret係留など。</li> <li>・洋上風車に関しては、単機の係留技術よりも大規模展開までを考慮した最適な係留技術の確立</li> </ul>
	②DPS技術の信頼性・耐久性向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・推進器の信頼性向上(故障の際のシステム暴走(Drive off)や船体漂流(Drift off)に対する安全対策</li> <li>・推進器の性能向上(大水深化に対応するためには効率のかつ高効率の推進器の開発)</li> </ul>