

# 我が国の排他的経済水域における 海洋資源・エネルギー開発を支える海洋技術の強化と育成

## Strengthening and Fostering of Ocean Technology for Supporting Development of Ocean Resources and Energy in Japan's Exclusive Economic Zone

たかぎ けん  
高木 健

東京大学大学院新領域創成科学研究科教授

### 要 旨

海洋基本法では、第五条で海洋産業の健全な発展が図られなければならないとされている。しかし、水産や海運・造船などを除くと持続的な海洋産業は育っていない。国際的には海洋資源エネルギー開発が最も規模の大きい海洋産業であり、そこで使われている海洋基盤技術は、我が国の排他的経済水域に眠る海洋資源・エネルギーを開発する際に必須の技術である。この海洋基盤技術を強化・育成することが、新たな海洋産業育成につながる。我が国は、この海洋基盤技術のうち幾つかを世界トップレベルで保有しているが、多くの物は海外の技術に劣後している。これらの技術を強化・育成するためには海外のように海洋産業クラスターを育成するのが近道であるが、軍や石油メジャーから恒常的な資金を望めない我が国においては政府の支援も検討されるべきである。また、この海洋産業クラスターで活躍する人材の確保と育成も重要な課題である。

## I まえがき

海洋基本法には次の6つの理念が掲げられている。①海洋の開発及び利用と海洋環境の保全との調和、②海洋の安全の確保、③科学的知見の充実、④海洋産業の健全な発展、⑤海洋の総合的管理、⑥国際的協調。この中で海洋産業の健全な発展が挙げられていることが特筆すべきことであり、第五条で海洋産業の健全な発展が図られなければならないとされている。しかし、我が国では、水産や海運・造船などを除くと持続的な海洋産業は育っていない。

我が国の海洋産業規模は内閣官房で調査されており、国内生産額で約20.0兆円と結論されている<sup>(1)</sup>。この額は大変大きいように思われるが、ここには海運・造船、漁業、海洋土木、観光業、水産加工業やそれらの輸出入業など大変広い分野の産業が含まれており、本委員会のメイン・テーマである海洋資源エネルギー開発とは趣の異なるものが多い。水産業や観光業も海洋産業として大変重要なものであるが、世界的には現時点における海洋産業の代表格は海底石油・ガス田開発と軍事産業であり、グローバルな市場としては大変大きい。

我が国は世界でも有数の水産国であり、水産業を発展させることは海洋産業育成のうえでも重要であるが、グローバル市場の中で海洋産業を考える場合、海洋資源エネルギー開発を中心に考える必要がある。また、一般的には、それと表裏一体である海洋技術を強化・育成することが、産業育成につながると考えられる。以下では、このような考えに基づいて議論を進めるので、海洋資源エネルギー開発に関わる産業を海洋産業と記し、それを支える技術を海洋技術と定義する。

(1) 株式会社野村総合研究所『平成21年度内閣官房総合海洋政策本部事務局調査 海洋産業の活動状況及び振興に関する調査報告書』2010, p.27

## Ⅱ 世界の海洋産業と海洋技術

一般に海洋の開発利用はプロジェクトのリードタイムが長く、かつ投資金額も大きいため、事業としてのリスクが大変高い。そのため、海洋開発に関わる海洋技術を担う企業は長期安定的な資金供給を求めている。また、そのような資金供給元がなければ産業化することは困難である。世界の海洋技術先進国では、そのような資金は軍事か石油メジャーあるいは政府系石油・ガス企業から供給されている。

そもそも、現在の海洋技術と呼ばれているもののルーツをたどると、北米や欧州で、第二次世界大戦後に軍事技術から派生した海洋観測技術を用いて、海洋観測が発達したのがその始まりである。例えば、米国とソ連の間で争われた冷戦時期には、お互いの潜水艦の索敵のために、海中音響技術が長足の進歩を遂げた。海中における海洋技術はこのような軍事技術が転用されて成立した。その後、1970年代からは海底油田の開発が行われ、石油メジャーによって投じられる開発資金により、多くの海洋技術が開発された。

このように軍事や海底石油・ガス田開発に関わる大きな資金が長期安定的に海洋産業に流れ込む欧米では、多くのベンチャー企業が海洋産業クラスターを形成するとともに、M&Aを繰り返しながら、技術の向上と企業の成長が行われている。欧米では、このような産業基盤や技術基盤の上に、海洋再生可能エネルギーなどの新たな海洋産業を築こうとしている。

例えば、近年、英国が海洋再生可能エネルギー開発に大変熱心であるが、それは、北海油田の開発で築かれた海洋産業クラスターを基盤にして開発しようとしている。すなわち、石油事業の衰退に伴って生じる余剰の設備、人員を、新たな海洋再生可能エネルギー事業へ投入して産業転換を図るとともに、今まで海底石油開発で培った海洋技術を利用しようと考えている。

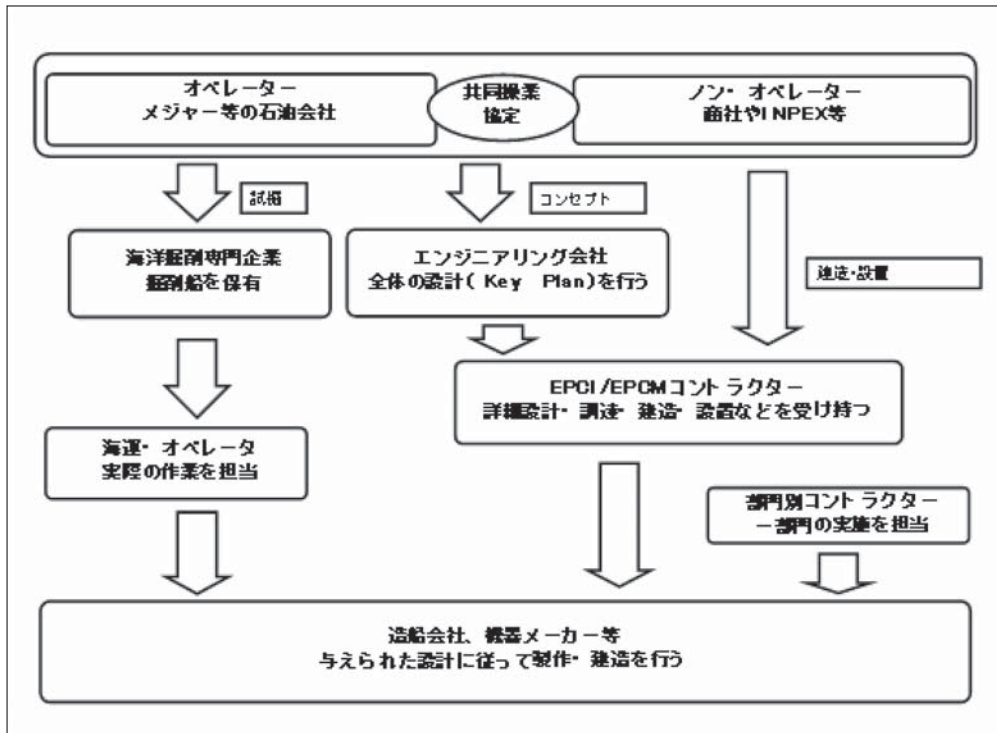
### 1 海底石油・ガス開発における事業構造

前述のように、欧米では軍事や海底石油・ガス田開発の豊富な資金の下に海洋産業が育てられているが、ここでは海底石油・ガス田開発の事業構造について考察してみる。その理由は、ここで使われている技術は次章で示すように、将来の我が国の排他的経済水域（Exclusive Economic Zone：EEZ）開発で利用される海洋技術、すなわち民間企業に利用される海洋技術を多く含んでいるからである。

一般に、海底石油・ガス田開発の事業構造は図1のようになっていると言われている。事業としては、事業全体を司るオペレータが最も上流側にあり、資金の流れや事業の流れを握っているが、本論の主題である海洋技術をここが全て把握しているわけではない。試掘・探掘においては、海域で実際の作業を担当するオペレータが海上作業のノウハウを握っている。また、コンセプトの流れでは主要計画を担当するエンジニアリング会社が全ての技術情報を握っており、下流側に行くにしたがって、与えられた仕様に従って、作業をするだけとなり、事業としての付加価値は減って行く。

我が国の企業は様々なフェーズに進出しているが、そこでのメジャー・プレーヤーには成り得ていない。また、最も高付加価値の海洋技術を有する主要計画を担当するエンジニアリング会社は海外企業に占められている。我が国の造船企業は1970年代に大規模に海洋分野に進出したが、その時に手を出したのは最も下流の製作・建造分野であった。この分野は技術的な付加

図1 海底石油・ガス田開発の事業構造



(出典) 筆者作成

価値が小さいため、価格競争に陥り易く、プラザ合意後は為替の影響により、競争力を失った我が国の企業は次々と撤退していった。

このような事業構造から分かることは、もし我が国の企業が技術を活かして大きな収益をあげたいと考えるなら、最も付加価値の高い分野、すなわちエンジニアリングの部分に進出しなければならないということである。また、将来、我が国のEEZで様々な海洋産業が成立したとしても、この分野を押さえていなければ、最も収益の大きな部分を海外企業に独占されることになる。

### Ⅲ 海洋基盤技術

一般に海洋技術と呼ばれるものを従来の学問領域にあてはめようとする大変な困難がともなう。例えば、海底熱水鉱床開発で用いられる技術を大雑把に、一般的な大学の学部で分類すると、調査・探査の段階では理学部、採鉱・製錬の段階は工学部、環境影響評価は農（水産）学部と分けられる。これと同じく、海洋技術を担当する省庁も調査・探査の段階では文部科学省、採鉱・精錬の段階は経済産業省、環境影響評価は環境省や農林水産省というように分かれている。このような状況が海洋プロジェクトを進めるうえで大変まずいことが指摘され、2007年に制定された海洋基本法で内閣に総合海洋政策本部が設置され、各省庁の連携を図る役目を担うことになった。実際には省庁連携は一朝一夕で上手くいくものではないが、一つの海洋プロジェクトが省庁の壁で分割されてしまう弊害はいずれ改善される道筋はついた。

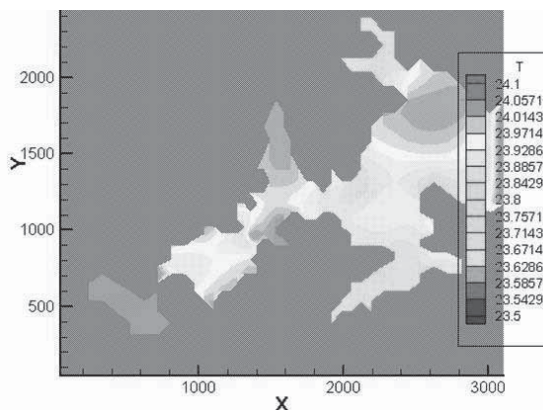
一方、一般にはあまり認識されていないが、異なる海洋プロジェクトの間で共通的に使われる技術、すなわち基盤海洋技術と呼べる技術が存在する。高木<sup>(2)</sup>は将来我が国で実施されるだろうと考えられる海洋産業につながる開発プロジェクトの候補として、海洋再生可能エネルギー開発、海底鉱物資源開発、海底下メタンハイドレート開発の3つの海洋プロジェクトを選び、共通的に使われている海洋技術について調査した。調査では、将来使われる技術は現在すでに実用化されている技術がその基になると考え、海底石油・ガス田開発で使われている海洋技術との関連性を調べた。その結果、以下の7つの海洋技術は関連が深いという結果を得た。

## 1 環境影響評価技術

現在、環境影響のアセスメントは各国で義務化されており、環境影響評価技術は益々その必要性が上がっている。我が国は高度成長時代に顕在化した公害問題の解決のため環境影響評価技術が発展したが、海洋の分野でも世界トップレベルの技術を有している。

図2は日本船舶海洋工学会海洋環境研究会が開発したMECモデルによる五か所湾の水温分布の計算例である。このような、海洋環境シミュレーション技術以外にも、我が国は環境保全や修復の分野でも大変高い技術力を有している。これらの技術は将来のEEZ開発利用においても無くってはならない技術である。

図2 MECモデルによる五か所湾の水温分布の計算例



(出典) 日本船舶海洋工学会project委員会 海洋モデル検討専門委員会「MEC OCEAN MODELの適用例」<<http://mee.ku-tokyo.ac.jp/mec/model/application.html>>, [last accessed: 2013/2/18]

## 2 海象気象予測・計測技術

陸上から離れた海洋上で産業展開する場合、最も大きな問題は海象・気象である。すなわち、荒れた海面では動揺により作業に困難が生じる。また、遮るもののない海上では陸上に比べて強い風が吹いており、浮体や船舶の位置を保持することが出来ない場合もある。このような状況での稼働率の推定は事業性を確保する上で大変重要であり、海象・気象の長期予測や広範囲の高精度な計測技術が求められる。

(2) 高木 健「海洋産業と海洋基盤技術」『日本船舶海洋工学会秋季講演会論文集』2012



水産業や海運業など海面を利用する産業が盛んな我が国では、この分野では世界トップクラスの技術力を有している。観測の分野では文部科学省、国土交通省、農林水産省などが日本近海に多くのブイを投入しているとともに、気象衛星を用いた観測も行われている。予測の分野では、全地球規模の数値シミュレーションが行われており、そのデータを基にした波浪予測も行われている。また、2002年に運用を開始した地球シミュレータや、2012年に共用開始をした「京」などのスーパーコンピュータを用いた数値シミュレーション技術は国際的に発展が期待されている技術である。図3は（独）海洋研究開発機構のトライトンブイの写真である。

これらの技術は将来の海洋産業を展開する際の稼働率推定に必須であり、この技術が無くては事業リスクを推定することができない。また、海洋再生可能エネルギー利用にあたっては、この技術がなければエネルギーの賦存量を知ることすらできない。

図3 （独）海洋研究開発機構が赤道付近に展開するトライトンブイ



（出典）（独）海洋研究開発機構『JAMSTEC壁紙』<<http://www.jamstec.go.jp/j/museum/wallpaper/index.html>> [last accessed: 2013/2/18]

### 3 設置技術

海洋構造物は陸から離れた海洋上に設置されるため、独特の設置技術が必要である。波や風のある海上で設置工事を行うためには、特別に設計建造された設置作業船が必要であり、その作業船のオペレーション技術が重要である。このオペレーションでは、作業船の位置保持技術、船上のクレーン作業技術、海中遠隔操作ロボット（Remotely Operated Vehicle：ROV）が大切であり、これらの技術が調和して初めて効率的かつ安全な設置作業が行われる。

我が国には港湾土木などに用いられる海上作業船は存在するが、港湾内や離島周辺での作業が中心のため、水深の深い外洋での設置技術は海外に劣後している。図4は世界トップクラスの設置作業コントラクターの一つである、Subsea 7社が有する作業船団の一つである。将来、EEZで海洋開発利用をする際にはこのような設置作業船が多数必要になる。なお、現在、欧州では意欲的な洋上風車設置計画が発表され、それに備えて新しい洋上風車設置作業船が各国で競って建造されている。

図4 Subsea 7社の設置作業船



(出典) Subsea7, "Seven Pacific" <[http://www.subsea7.com/files/docs/Datasheets/Vessels/Seven\\_Pacific.pdf](http://www.subsea7.com/files/docs/Datasheets/Vessels/Seven_Pacific.pdf)>, [last accessed: 2013/2/18]

#### 4 位置保持技術

海洋上のある一点で生産を続ける、海洋資源エネルギー開発においては、位置保持技術は必須である。我が国が保有する地球深部掘削船「ちきゅう」は自動船位保持システム（Dynamic Positioning System : DPS）を持っており、世界でも有数の強い流れである黒潮の中で定点に留まって掘削作業を続けている。DPSは水深方向を変更できるプロペラ推進器により流れに逆らって位置保持する技術でどのような深い水深でも適用できる。しかし、DPSは位置保持に大変大きなエネルギーを要するため経済的ではない。

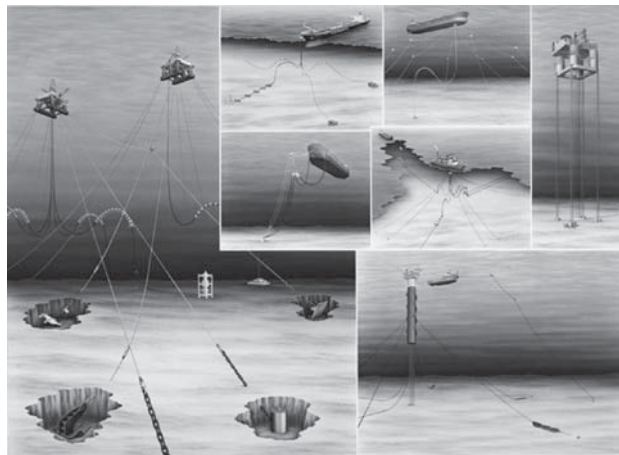
そのため、世界の海洋開発では係留索を用いた係留技術により位置保持を行うのがトレンドとなっている。従来、係留索には鉄製のチェーンを用いていたため、ある程度の水深以上になると係留索の重さに海面の浮体が耐えられなくなり成立しなかったが、現在では、海水と比重の余り変わらない繊維索を用いたり、水圧で変形しない浮力材を取り付けたりして、大水深でも係留できるようになってきている。このような技術により、1990年代以降急激に係留可能な水深が増加し、今では2,500mに係留される海洋構造物を用いて生産している例も出現している。図5には様々な係留法とアンカーのイラストを示す。我が国には前述のDPSの技術はあるが、大水深での繊維索による係留と最新のアンカー技術は劣後している。ただし、繊維索の素材には我が国の製品が用いられている。

#### 5 サブシー技術（アンビリアル、ライザーを含む）

サブシー技術とは海底で様々な生産活動を行う技術の総称である。海底石油・ガス開発の大水深化を可能にしたのは前述の大水深係留とこの技術である。海底石油・ガス開発で用いられるサブシー技術のうち、最も基礎的な技術は海底の井戸口から生産するとともに油ガスの漏れを防ぐ技術である。これに、海水と油ガスの分離装置や凍結を防ぐ装置なども付加される。さらに、複数の井戸を海底パイプラインで繋ぎ、海底での生産性を上げている。このようなものを海底生産システム（Subsea Production System : SPS）と呼んでいる。

これらの装置に電力、油圧、制御信号を供給しなければならないが、これらを供給するケー

図5 様々な係留法とアンカー

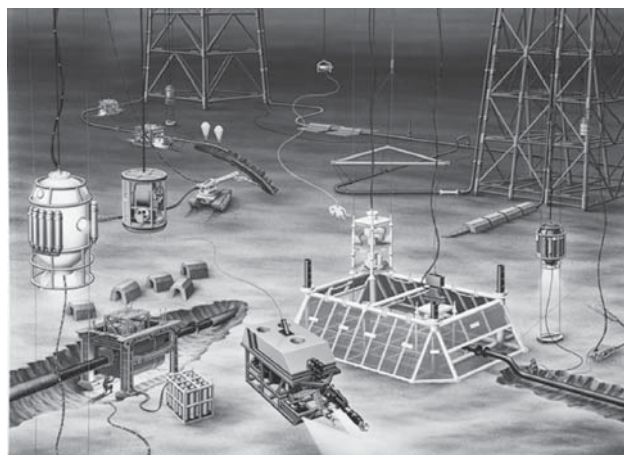


(出典) Clarkson Research Services Ltd., UK 提供

ブルをアンビリカル・ケーブルと呼ぶ。また、生産された油・ガスはライザー・パイプと呼ばれるパイプによって、海面上まで運ばれてくる。メタンハイドレートの開発ではSPSの技術が応用される。また、海底鉱物資源開発においても、海底での採鉱、選鉱にはこのような技術が応用されるであろうし、海面上までの揚鉱にはライザー技術が応用される。アンビリカル・ケーブルはこれらの機器に電力等のエネルギーを供給するのに使われるほか、海洋再生可能エネルギー開発において重要な電力輸送で用いられる海底電力ケーブルは正にこの技術である。

海外の石油・ガス開発においては、サブシー・システムの大水深記録は2,900m以上に達している。サブシー技術で重要なことは、一旦海底に設置すると長期間過酷な環境下で確実な動作が要求されることと、ダイバー作業のできない海底でROVによって確実な組み立て作業を行わなければならないことである。残念ながら、我が国はこのような技術力を有しない。図6にこれらのサブシー技術のイラストを示す。

図6 様々なサブシー技術



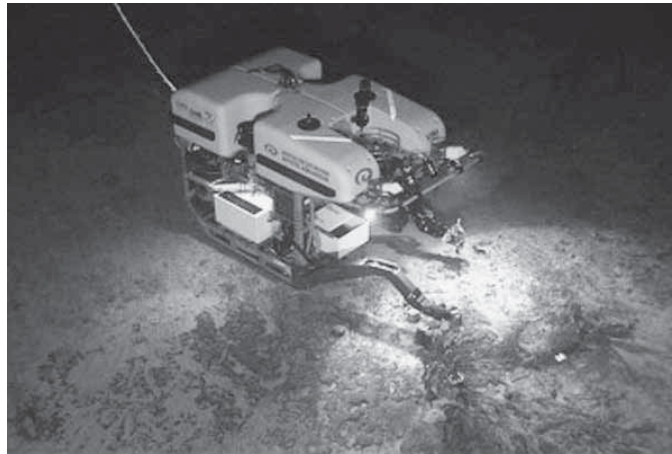
(出典) Clarkson Research Services Ltd., UK 提供

## 6 ROV/AUV技術

海中遠隔操作ロボット (Remotely Operated Vehicle:ROV) と自律式海中ロボット (Autonomous Underwater Vehicle : AUV) はダイバーが潜水できない深海ではなくてはならない技術である。近年ではこれらの技術が発達してきたため、ダイバーよりもROVやAUVを用いることが増えている。

ROVは遠隔操作のための信号ケーブルと電力ケーブルが内蔵されたアンビリカル・ケーブルが装着されているため、水中での行動に制限を受けるが、大電力を送れるため海中で重作業を行えるとともに、マニピュレータを人間が船上から操作しているため細かい作業も可能である。図7はROVを用いて海底のサンプルを採取している写真である。海洋石油・ガス開発の分野では前述のサブシー機器の設置のため大馬力のスラスタやマニピュレータを備えたワーク・クラスROVが次々と開発されている。我が国もかつてはROVを製造していたが、ワーク・クラスROVの分野では劣後している。

図7 ROV



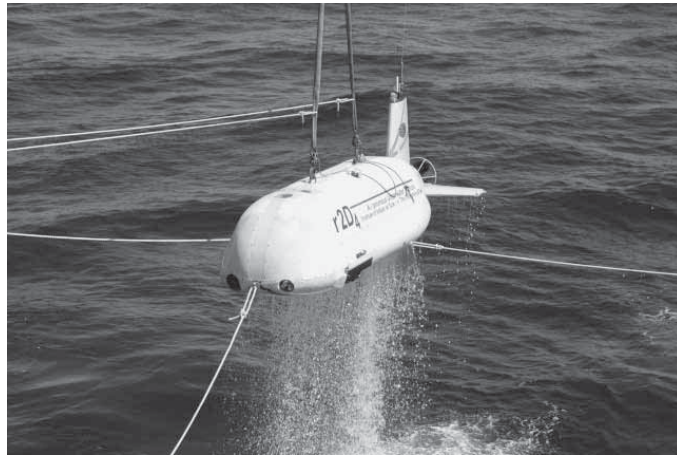
(出典) National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), "Ocean Explorer" <[http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/04mountains/logs/summary/media/herc\\_collecting\\_blocks.html](http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/04mountains/logs/summary/media/herc_collecting_blocks.html)> [last accessed: 2013/2/18]

一方、AUVはロボットに搭載されたコンピュータが与えられたミッションを自律的に遂行するため操作用のケーブルが不要であり、行動の自由度が大きい。しかし、ロボット内に格納されたバッテリーで駆動しなければならないため、作業能力や航続距離には制限がある。また、コンピュータの能力にも限界があるため、複雑な作業は行えない。

図8は我が国の代表的なAUVを船上に揚収中の写真である。この分野では東京大学と(独)海洋研究開発機構が世界でもトップクラスの技術を有している。しかし、搭載機器の多くは海外の製品であり、純国産技術とは呼べない面もある。



図8 AUV



(出典) 東京大学生産技術研究所 浦環教授ご提供

## 7 オフショア支援船技術

海洋産業は陸から遠く離れた海上で実施される産業であり、そこへのアクセスが大変重要である。オフショア支援船はこのような目的に特化した船で、海上の生産施設で働く従業員の交代や日常品の供給にはじまり、故障時の機器交換やメンテナンス用機器の運搬などあらゆる用途に使用される。

我が国の海運会社はこの事業に参入している。また、我が国の造船所でも建造が行われており、世界トップクラスの技術力を持っている。しかし、この分野でトップクラスの技術を維持するには、実際の洋上オペレーションでどのような支援が必要かを熟知しておく必要があり、近海で現在は海洋産業を持っていない我が国にはハンディがある。図9は我が国の海運会社が保有するオフショア支援船の写真である。

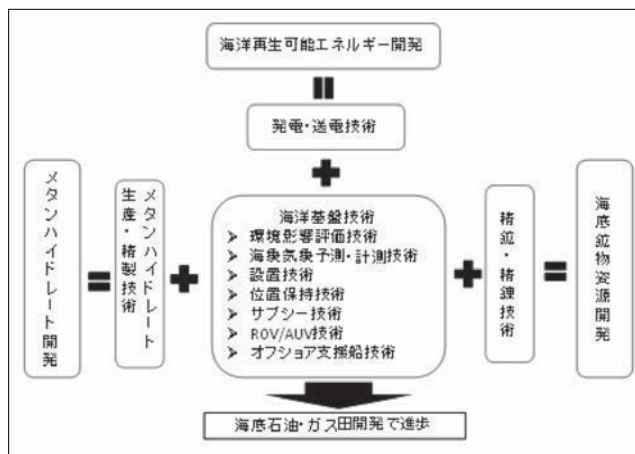
図9 オフショア支援船



(出典) Offshore energy today.com News <<http://www.offshoreenergytoday.com/k-lines-psv-supports-statoils-drilling-ops-offshore-faroe-islands/>>, [last accessed: 2013/2/18]

以上のように、ここで挙げた7つの海洋基盤技術は世界的には海底石油・ガス開発で使われており、現在も進歩が続いている。一方、将来我が国で行われると予想される海洋産業でも必要な技術であるが、我が国の技術が劣後しているものも多い。これらは、図10に示すように、様々な海洋産業で共通的に使われるものであり、海洋基盤技術として一括して強化・育成を図ることが効率的と考えられる。

図10 海洋基盤技術と海洋産業



(出典) 筆者作成

#### Ⅳ 海洋産業強化・育成の注意点

##### 1 我が国の海洋産業の状況

海洋基本法制定以来、我が国の海洋産業にも少しずつスポットライトが当てられるようになってきたが、前章で示したように将来産業化される海洋プロジェクトも、それを支える基盤海洋技術は現在大きな市場を持っている海底石油・ガス田開発で使われている海洋技術が基礎になっている。また、Ⅱでは海洋技術先進国である欧米では、海洋産業クラスターが育っており、そこで様々な新技術と新企業が生み出されていることを記した。したがって、多くの企業が海底石油・ガス田開発に興味を持ち、積極的な開発意欲を示す国が今後の海洋技術や海洋産業をリードしていくと考えられる。

各国の対応状況が的確に分かるバロメータとして良く知られているのは、1969年より、毎年米国のヒューストンで開催されている沖合技術会議（Offshore Technology Conference：OTC）である。この国際会議では論文発表だけでなく関連企業の企業展示が行われており、まさに海洋技術のメッカとなっている。

図11にこの会議に対する各国の参加状況を示す。1970年代は参加国数もまだ少ない<sup>(3)</sup>中で、我が国は積極的な参加をしており、メインプレーヤの仲間入りを果たそうとしていたが、近年は殆ど参加企業もなくなっている。一方、韓国や中国は多くの企業が参加し、この分野に対す

(3) 中村貞明「1978年のOTCにおける海洋石油資源の生産設備の展示について」『日本造船学会誌』第596号、1979、pp.36-40

図11 OTC参加企業数

<p>2011年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 展示企業数: 2,385社 (40か国) 我が国からの参加は3機関のみ</li> <li style="padding-left: 20px;">中国: 335社</li> <li style="padding-left: 20px;">韓国: 30社</li> <li>◆ 参加者: 72,000人 (108か国)</li> <li>◆ 発表論文数: 304件</li> </ul> <p>1978年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 展示企業数: 1,800社 (17か国) 我が国からの参加は21社</li> <li>◆ 参加者: 680,000人 (23か国)</li> <li>◆ 発表論文数: 278件</li> </ul>
--

(出典) 2011年はOTC2011ホームページ <<http://www.otcnet.org/2011/>> よりカウント、1978年は中村脚注3による。

る積極的姿勢がうかがえる。

ただし、将来の海洋技術を獲得するには、必ずしも自国内の技術のみで対応する必要はないので、ここに出展する企業の数がそのまま将来の技術力に正比例するわけではない。むしろ、Ⅱで述べたように、付加価値の高い高度な技術を握っている企業がどれだけ国内にあるのが重要なので、この数だけを見て驚く必要はないが、我が国がいつまでも手を拱いていれば、将来我が国周辺で海洋開発をやるうるとき、自国の技術では対応できず、海外企業に全てを任す事態も生じかねない状況ではある。

我が国の海洋産業がこのような状況になった理由として、(財)船舶技術研究協会の調査報告書<sup>(4)</sup>では以下のようにまとめている。

- 「・輸出中心かつコスト勝負であったため、円高により競争力を無くした。
- ・海底オイル・ガス田ビジネスでは、Field Provenな技術を有する企業が独立・M&Aを繰り返してブランド化。我が国企業はごく一部を除いてブランド化し得なかった
- ・海洋開発分野ではプロジェクトで生じる技術課題に応じて、様々な設計要求に応える必要があるが、経験が少ないため、設計変更要求にコスト的に対応可能な契約でないケースがあった」

これは、前述の海底石油・ガス田開発プロジェクトのフェーズに照らし合わせると、我が国が進出したのは主として位置保持技術(Ⅲ4)であり、上流の海象気象予測・計測技術(Ⅲ2)、設置技術(Ⅲ3)には進出できておらず、ましてやそこでのブランド化もできなかったことを示す。

## 2 海洋産業クラスターの育成

Ⅲで述べたように、海洋技術には海洋基盤技術と呼べる中核になる技術がある。これらの技

(4) (財)日本船舶技術研究協会『海洋開発及び環境技術に関する調査研究、2010年度報告書』p.228

術は我が国がトップクラスのものもあるが劣後しているものもある。したがって、これらの技術を強化、育成することが必要である。海外の例を参考にすると、Ⅱで述べたように軍や石油メジャーから恒常的に多額の資金が流れて海洋産業クラスターが育っている。この海洋産業クラスターが海洋基盤技術の開発母体となっていると考えられるので、我が国でも海洋産業クラスターを育てることが重要である。

前述のように、我が国はかつて造船会社が海洋石油開発の分野に進出したことがある。海洋基盤技術に近い技術を有するのもこの業界であり、当面はこの業界が海洋分野に進出し、海洋産業クラスターの基盤を作るのが自然であろう。しかし、造船各社が得意なのは海洋構造物の建造の部分であり、付加価値が小さいため価格競争に陥り易く我が国の進出分野としては適切ではない。また、海洋基盤技術の観点からも技術に偏りがあり、海洋技術の中心であるエンジニアリング技術を押さえる企業が出てくるとは思えない。

おそらく、造船業界がクラスターの基盤を作り、そこにプラント業界や他の機器メーカーが加わる必要があるであろう。また、それらの企業群が元の形を維持するのではなく、部門毎に子会社を作るなどしてM&Aを繰り返し、技術交流の活発化を図る必要もあろう。さらに、海外企業の買収による海外技術の導入や我が国が強い素材部門やIT部門からの技術流入が行われれば、さらなるクラスターの活性化が行われるであろう。このようにして、我が国の企業群でクラスターを形成し、海外の海洋産業市場、すなわち海洋石油・ガス開発市場に参入していければ、海洋基盤技術を強化・育成することができ、将来は我が国の企業によってEEZの開発利用が行われるであろう。ただし、国内では恒常的な資金提供が保障されていない我が国では、国が様々な形で海外のプロジェクトに進出しようとする企業を支援することも検討する必要がある。

### 3 海洋産業クラスターで活躍する人材の育成

このような海洋産業クラスターの育成においては、同時にそこで活躍する人材の育成も必要である。海外では、海洋産業クラスターで活躍する技術者たちはクラスター内の企業を渡り歩きながらキャリアを積んでいく。中国や韓国は多くの留学生を欧米の大学に送り出しており、それらの留学生たちが海外の海洋産業クラスターに就職し、今では中心的な技術者として活躍する者が多数現れている。中国・韓国ではこれらの技術者が本国に戻って自国の海洋技術を向上させており、我が国の強力なライバルとなっている。

一方、我が国では海運・造船以外は海洋関係の就職先が限られているため、大学でもこの分野の志望者が減少しており、人材の確保が難しい状況が続いてきた。近年は海洋再生可能エネルギー、海底鉱物資源開発、メタンハイドレート開発など新しい海洋利用に人気が出てきたため、これらを扱う学科への志望学生が増えつつあるが、たとえそのような学生が卒業したとしても、現状では海洋関係の日本企業に入っても、あまり魅力的な仕事ができそうにないため、多くの学生は他分野へ就職してしまう。

筆者は、海洋分野は大変魅力的な分野であることは間違いないので、欧米のように我が国の企業も学生たちへ魅力的なキャリアパスを示すことができれば、多くの志望者が確保できると考える。そのためには、海外のように我が国も従来の終身雇用制に決別し、海洋産業クラスター内で人材の流動性を確保することが重要である。流動性さえ確保できれば、若い技術者は



安心して様々な仕事に挑戦することができ、その中でベンチャー企業を立ち上げるものも出てくるであろう。また、海外の海洋産業クラスターに飛び込む者もでてくるであろう。このような業界は外から見ても活動的であり、若い技術者たちにとって大変魅力的である。

#### 4 研究開発段階における注意点

最後に海洋技術の研究開発において陸上とは異なる問題について触れておきたい。海洋で使われる機器で最も重要なことは、アクセスの困難な海上で長期間使用するために、確実な動作をすることが保証されていることである。したがって、海洋産業で用いられる技術は十分に実証された技術であることが要求される。このような技術は「ブルーブン」(実証済み)な技術と呼ばれ、例えどんなに技術レベルが高くても実証されていなければ決して採用されない。我が国は様々な分野で高い技術レベルを持っているにも関わらず、海洋分野になかなか進出できないのは、海底石油・ガス田開発に関わっていないため、実証する機会に恵まれないことが理由の一つである。ブルーブンな技術を得るには、国内外問わずどのような機会も逃さず積極的にプロジェクトに参加していく必要がある。

さて、このような産業界の技術開発を支えるのが大学などの公的研究機関の役割であるが、現在の競争的研究費のシステムでは海洋技術の研究開発に幾つかのハンディがある。例えば、同じロボット開発を行うにしても陸上のロボットと海中ロボットでは必要な研究費が一桁違うと言われている。これは海中という厳しい環境下で動作させる必要があることと、実証試験のため備船して海洋に出なければならないことなどが原因である。このため、海洋分野の研究者が陸上分野の研究者と同列で扱われる現在のシステムでは必要な研究費が得られず、研究を断念する例もある。また、前述のように海洋技術は実海域で実証することが重要であるにも関わらず、海洋にアクセスするための研究船の数は限られており、それを使用する期間(シップ・タイム)が十分得られないのが現状である。

## V あとがき

我が国のEEZにおける海洋資源・エネルギー開発を支える海洋技術は海底石油・ガス田開発で使われている技術と共通なものが多くあり、それらを海洋基盤技術と呼ぶことができる。我が国は、この海洋基盤技術のうち幾つかを世界トップレベルで保有しているが、多くの物は海外の技術に劣後している。これらの技術を強化・育成するためには海外のように海洋産業クラスターを育成することが必要と思われるが、軍や石油メジャーからの恒常的資金流入が望めない我が国においては政府の支援も検討されるべきである。また、この海洋産業クラスターで活躍する人材を集めるためにはこの業界の人材の流動性を高め、魅力的なキャリアパスを示すことが重要である。さらに、これらの海洋基盤技術の基礎的研究開発を行う大学等の機関では研究費の確保が難しい状況がある。それは、海洋の研究が陸上における研究に比べてハンディを負っていることへの理解が十分に進んでいないことも一因である。今後、これらの課題を解決し、我が国独自の海洋技術を強化・育成することが、将来EEZで我が国の企業が海洋産業を花開かせることにつながり、海洋基本法で謳われている海洋立国へも通じると考える。

