

第3章

海洋の新産業

第1節 海洋開発を支える新技術

海洋開発は多岐にわたる技術分野により構成され、その研究開発は素材からシステム全体までさまざまなレベルにおいて取り組まれている。現在、海洋開発市場の大部分は海底油ガス田開発業界が占めており、開発が盛んな北海やメキシコ湾などに近い欧米諸国の企業が研究開発を牽引している。またこの分野から生まれた技術が海洋共通基盤技術としてその他の海洋利用へと波及しているため、新技術は海底油ガス田開発業界を起点に整理することができる。

日本企業においては、要素技術のサプライヤーとして一定の関わりを有しているが、システム全体の技術開発という視点での関与は限定的である。海洋開発市場は今後も成長を続け、建設市場と操業市場を合わせて2024年に40兆円の市場規模になると予想されている^(注1)。日本の排他的経済水域（EEZ）での自国資源開発に加えて、技術開発を通じた魅力的な成長市場における産業競争力確保も期待される。

本節では、海洋開発を支える新技術について「未踏領域への挑戦」「サブシー^(注2)化」「より安全で環境に優しい海洋開発」「新たな海洋利用の創成」の4つの視点から紹介する。最後にこうした技術開発に日本が積極的に取り組むための方策について述べる。

1 未踏領域への挑戦

「The end of easy oil^(注3)」という言葉に象徴されるように、開発が比較的容易な海底油ガス田の多くは、すでに生産や開発が行われており、新たな開発フィールドは大水深海域や極域などの未踏領域へと向かう必要がある。未踏領域の特徴として、陸から遠い、水深が深い、環境が寒冷、生産される油ガスがより重たい、などがあげられる。こうした開発には、技術的な課題が多く存在するだけでなく、昨今低迷する油価を踏まえた経済的成立性も考慮する必要がある。

大水深海域の定義はさまざまだが水深300-1,000mより深い海域を指し、2015年時点ですでに世界の油ガス生産量の9%を占めている^(注4)。大水深化に伴い、海中・海底に設置されるライザー^(注5)、係留、サブシー機器などの機器にはより厳しい性能が要求される。具体的な項目として、フレキシブルライザーの軽量化・高強度化（複合材料、高張力鋼）、緊張係留（TLP）の接続部の軽量化・高強度化（複合材料やチタン合金の利用）、防熱・加温による管内の流路保全（Flow Assurance）、大水深の生産性向上を図る海底機器の開発などがあげられる^(注6)。大水深海域では高圧環境にさらされ、高温となる。このような高圧高温環境を示す HPHT(High Pressure, High Temperature) の定義は、貯留層圧力10,000psi^(注7)、貯留層温度300°F(149°C)を超えるものと定められているが、さらに上の XHPHT^(注8) (15,000psi、350°F) や UHPHT^(注9) (20,000psi、400°F) などの分類も見られる^(注10)。大水深では金

注1
Clarkson Research：国土交通省資料 <http://www.mlit.go.jp/common/001215814.pdf>

注2
海底生産システム、Subsea Production System（略称サブシー）

注3
Campbell, C. J., & Laherrère, J. H. (1998). The end of cheap oil. Scientific American, 278 (3), 78-83.

注4
国土交通省、海洋開発工学概論、海洋資源開発編

注5
ライザー（Riser）は、海上の生産施設と油ガス田を結ぶ輸送パイプ。波風や潮流を考慮してたわみやすい構造にしたものを「フレキシブルライザー」と呼ぶ。

注6
特集：深海へ向かう世界の石油・天然ガス開発事業水深2,000mを超えた生産井—油・ガス田開発の進歩、JOG-MEC2006年9月。

注7
重量ポンド毎平方インチ

注8
Extra High Pressure, High Temperature

注9
Ultra High Pressure, High Temperature

注10
北村龍太、宮田和明、伊藤義治、& 正田伸次。(2011)。HPHTフィールド探鉱・開発の現状と技術課題。石油技術協会誌、76(5)、415-424。

属素材、シール素材など軽量・高度な素材開発が広く求められており、日本の優れた素材技術の活用が期待される。

寒冷環境下では、海氷減退により北極域における資源開発の可能性が増大している。北極域には世界推定埋蔵量に対して石油で13%、天然ガスで30%が賦存していると考えられており、すでにいくつかの開発事例がある。極域開発における技術課題として、耐氷構造など厳しい環境に対応した船や構造物、衛星画像などを活用した氷況予測技術などがあげられる。また極域の生態系は脆弱であり、事故などによる環境破壊からの回復には長期間を要するため、環境に十分な配慮が必要となる。

海底ガス田開発にはパイプライン敷設に伴う大きな設備投資が必要であり、これまで中小規模の海洋ガス田（Stranded gas fields、3兆立方フィート以下）はコスト面の課題から開発対象とならなかった。近年、FLNG^(注11)（図3-1-1、3-1-2）と呼ばれる、洋上浮体型のLNGの液化設備および再ガス化設備が注目されている。FLNGは生産された天然ガスの不純物除去および液化によりLNGを生産・貯蔵し、輸送用のLNG船へ直接出荷することが可能であり、海底パイプライン敷設と陸上の液化プラント建設を代替するため中小ガス田のように生産期間が短いケースにも対応可能となる。海底の原油生産洋上設備（FPSO^(注12)）はすでに多くの実績をあげているが、限られた甲板上スペースにおける処理設備の配置や動揺する浮体上の環境における不純物除去や液化のプロセス設計、また船体では約-160℃の極低温であるLNGの貯蔵タンクやLNG船への出荷などを安全かつ確実に行うことがFLNG固有の開発課題としてあげられる。LNGタンクの分類のひとつであり日本企業がライセンスを有するSPB方式^(注13)は、平面タンクによりスペースの有効利用が可能、スロッシング^(注14)に対して高い構造安定性を有するため、優位性を持つと考えられている^(注15)。

また世界での天然ガスの利用拡大に伴い、洋上での再ガス化設備（FSRU^(注16)）なども注目されている。こうした浮体は、発展途上国などにおいて沿岸域にプラント建設が困難なケースにも有効である。建造して現地に曳航することが一般的で、労働者確保が比較的容易である一方、現地雇用を生まない設備としての批判もある。日本はLNGプラントにおける強みを有するエンジニアリング企業や技術優位性を持つライセンスを有しており、今後の洋上LNG事業におけるさらなるプレゼンスが期待される。

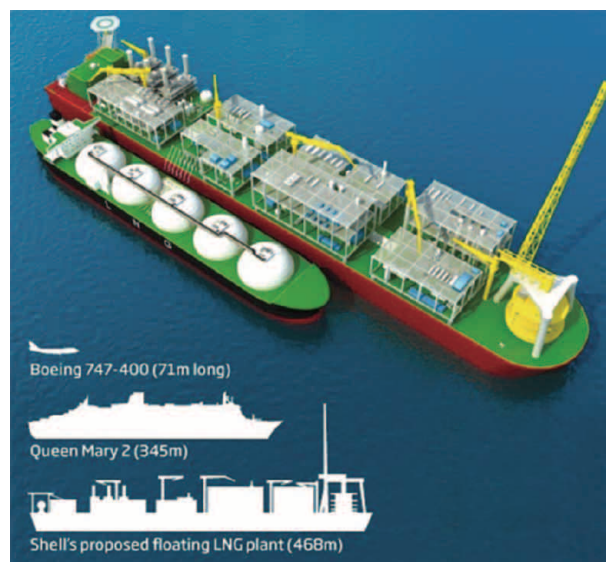


図3-1-1 Shell社のPrelude FLNG^(注17)のイメージ
FLNGからLNG船に直接出荷される

注11
Floating Liquefied Natural Gas

注12
Floating Production, Storage and Offloading

注13
Self-supporting Prismatic shape IMO type B。この他に、メンブレン、モス、自立角型タンクといった分類がある。

注14
sloshing、船体動揺によるタンク内流体の同調。

注15
JMU社ウェブサイト：https://www.jmuc.co.jp/products/spb_system/

注16
Floating Storage and Regasification Unit

注17
Shell社Prelude紹介ページ：<https://www.shell.com/about-us/major-projects/prelude-flng/prelude-flng-in-numbers.html>

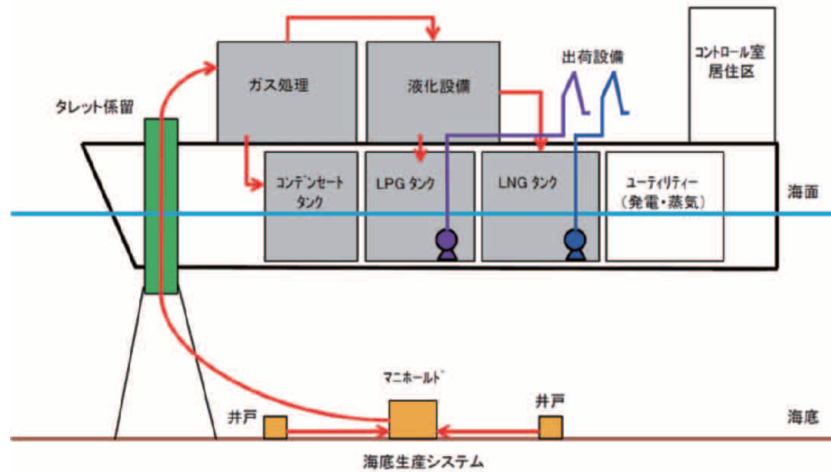


図3-1-2 FLNGの概略(注18)

2 サブシー開発の無人化

海洋開発を海中・海底の機器により実現する、いわゆるサブシー開発の技術開発が進められている。サブシー開発は未踏領域への対応技術としても重要であるが、従来のフィールドにおいても生産効率向上、コスト削減、安全性向上の観点から重要な技術である。

サブシー開発を実現するには、現在洋上設備に搭載されている生産用機器を海中・海底に設置する必要がある。これには海中・海底環境に対応した設備にするだけでなく、保守点検が困難な環境下でプラントの信頼性を大幅に高める必要がある。海底生産システム (Subsea Production System) はマニフォールド、セパレータ、ポンプ、コンプレッサーなどがある。2015年に米国の Aker Solution 社が、サッカー場程度の大きさを持つ世界初の海底コンプレッサーを導入した(注19)。同社は船舶用エンジンで有名なドイツの MAN 社と連携してさらなる技術開発に取り組んでいる。コストもマニフォールドやセパレータなどの静的な機器と比較して、ポンプやコンプレッサーなどの回転機器は故障しやすく、さらなる改善が期待される。ノルウェーの Equinor 社 (旧 Statoil 社) は浮体をまったく必要としないコンセプトである「Subsea Factory」を掲げ、その実現に向けた研究開発に取り組んでいる (図 3-1-3)。

サブシーは技術革新とともにサービスの統合化が進んでおり、生産機器会社、エンジニアリング会社、サービス会社がアライアンスを組んでいる(注20)。これにより早期協業やスタンダード化、パッケージ化などが進むと予想される。

また人間のアクセスが限定される海底設備について ROV や AUV(注21)といった海中ロボットを用いた取組みが盛んである。市場規模は ROV で8.5億ドル(2010年)(注22)、AUV で2億ドル

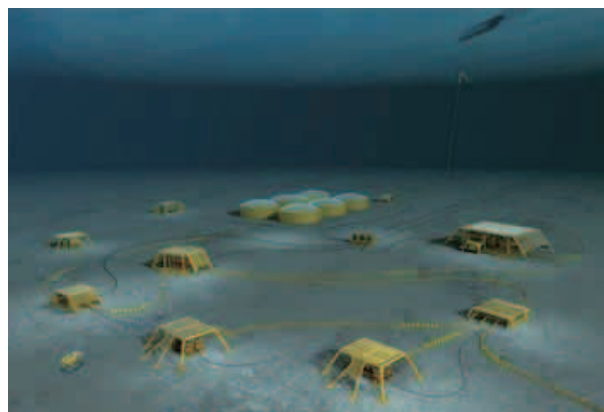


図3-1-3 「Subsea Factory」のコンセプト図 (Equinor 社)

注18 「石油・天然ガスレビュー」 Vol.47, No.5 (2013)

注19 Subsea Compression System: <https://akersolutions.com/what-we-do/products-and-services/subsea-compression-systems/>

注20 日本政策投資銀行 今月のトピックス No.292-1 (2018年11月15日) https://www.dbj.jp/ja/topics/report/2018/files/0000032052_file3.pdf

注21 ROV と AUV については第1章第2節④参照

注22 ROV: ROV/AUV Trends (Duke University Center on Globalization, Governance & Competitiveness 2012年9月)

注23
AUV: Electric Boats, Small Submarines and Autonomous Underwater Vehicles (AUV) 2014-2024 (IDTechEx Ltd (2013)

(2010年)^(注23)とされており、特に AUV は成長が大きく2019年には23億ドルに伸びると予想されている。軍事・国防における実績が市場規模の半分程度を占めるが、海底パイプラインの油漏れ検査など広く利用が拡大している。たとえば、米国の Oceaneering 社は ROV 運用時に船を必要としない E-ROV (図3-1-4) を開発した。これはバッテリー、4G 通信用の洋上ブイ、海底ハブにより構成され、随時海底におり都度の施工が不要であり、遠隔操作することで運用に掛かるコストを大幅に削減している。

日本では、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) において、次世代海洋資源調査技術として AUV、ROV とセンサー技術などを組み合わせた調査システムの研究開発に取り組んでいる。開発した高性能 AUV を用いた実海域実証試験において、3機の AUV の同時運用による実際の海底調査に世界で初めて成功した^(注25)。

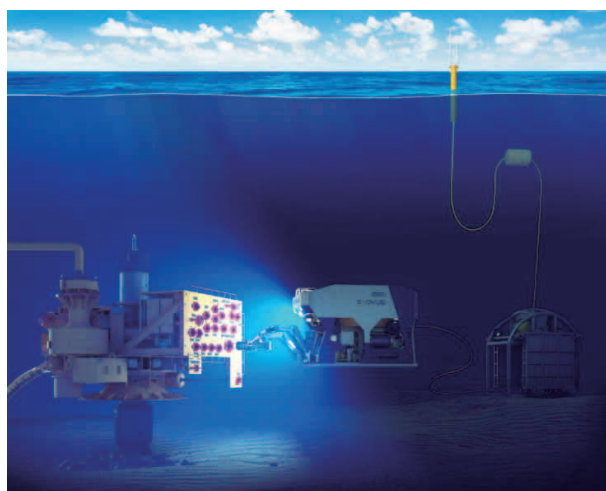


図3-1-4 Oceaneering 社の E-ROV コンセプト^(注24)
E-ROV は運用時に船を必要としない。

注24
Oceaneering社ウェブサイト：
<https://www.oceaneering.com/datasheets/ROV-E-ROV.pdf>

注25
第1章第2節4参照

また海底ケーブルを用いた観測においても進んだ取り組みが見られる。わが国周辺で頻発する巨大地震や津波をいち早く検知し、被害を防ぐための観測網として海底に観測機器の追加が可能な拡張性を有する「地震津波・観測監視システム (DONET)」が開発され、2011年8月から本格運用が行われており、日本式システムの高い信頼性が実証されている。海洋資源分野においては、高い信頼性に加えて必要な場所に必要なセンサーを持ち込める拡張性が評価され、石油・天然ガス業界への活用の提案が活発化しつつある。

サブシー開発の技術は、海底油ガス田に限らず、これからの海洋利用における基盤技術となる。ハードウェアについては高い信頼性が要求されるため、実海域での運用実績が機器選定のうえで重視される。また遠隔地、隔離環境でアクセスが困難な海洋空間において、こうした機器を効率的に運用する手段としては無人化、自律化、ロボティクスやデジタルライゼーションなどの先端基盤技術との融合が期待される。

3 より安全で環境に優しい海洋開発へ

海洋におけるあらゆる活動には海上でのオペレーションが伴う。海洋での施工、掘削、荷役、保守点検、観測機器の揚降などは静穏な海象での実施が求められ、強風や高波などでは中断が余儀なくされる。作業船チャーターなどのコストは高く、開発コストを押し上げる要因になっている。海洋における作業性を高め、また作業員の安全を確保するための技術開発が広く取り組まれている。

海洋開発では、探査船、掘削船、FPSO、シャトルタンカー、オフショア支援船など多くの船舶が利用されるため、海事産業にとっても重要な市場である。国土交

通省は、海洋開発における設計、建設、操業においてわが国の技術競争力確保を目指したj-Ocean^(注26)を進めている^(注27)。また揺れる浮体間の乗り移りにはギャングウェイ（図3-1-5）と呼ばれる浮体と浮体の間をつなぐ栈橋が設置されるが、浮体を追従することで船体動作を吸収しクルーの輸送を円滑に行う。

厳しい海洋環境の対策技術も安全性を高めるうえで重要である。メットオーシャン^(注29)と呼ばれる気象・海象予測の分野では、設計時における統計的手法から現場レベルでの波浪予測に至る、さまざまな時空間スケールにおける予測技術の研究が取り組まれている。また危険時の緊急離脱システム（たとえば、Delmar社の係留切り離しシステム、RARPlus^(注30)、図3-1-6）なども台風通過海域である日本では重要なシステムとなる。

安全性を高めるという観点では、サブシー化で紹介されたような無人化技術が重要となる。専門家を陸上のオペレーションセンターに集め、現場における状況をデータにより遠隔でモニタリングし、適切かつ迅速な対応が実現できる宇宙探査の地上管制室に類似した統合オペレーション^(注31)のコンセプトが広く提案されている。

海洋の持続可能な利用という観点から、新技術は環境影響を極力小さくすることが求められる。また海洋環境計測システムも開発されている。統合的な環境モニタリングシステム^(注32)では、多数のセンサーを搭載したシステムにより計測し、取得される多くのデータを人工知能などの情報技術を活用して環境場を把握している。また環境アセスメントにおいても豊富な実績を有している。

作業員の安全性や環境配慮型の技術開発は日本の得意分野であり、海洋においても同様の競争力が発揮されることが期待される。

4 新たな海洋利用の創成

これまで海底油ガス田により牽引される海洋の新技術動向を中心に紹介したが、ほかに多くの海洋利用があり、各分野において技術革新が行われている。ここでは新たな海洋利用の創成につながる新技術を紹介する。

養殖業は、天然生産量が横ばいで推移するなかで、世界の漁獲資源獲得において



図3-1-5 動揺する洋上浮体間の人員輸送を行うギャングウェイ（Ampelman社^(注28)）



図3-1-6 緊急離脱システム（たとえば、Delmar切り離しシステム、RARPlus）

（出典：Delmar Systems, Inc. Delmar Systems社のFacebook）

注26 国土交通省が推進する、海洋開発分野の施設等の設計、建造から操業に至るまで、幅広い分野でわが国海事産業の技術力・生産性等の向上を図る、海事生産革命の取組み。

注27 国土交通省プレスリリース：
http://www.mlit.go.jp/report/press/kaiji07_hh_000098.html

注28 Ampelman Gangway: <https://www.ampelmann.nl/systems>

注29 Metocean

注30 Delmar RARPlus: <https://delmarsystems.com/wp-content/uploads/2018/04/4-RAR-Plus%E2%84%A2-Brochure.pdf>

注31 Integrated operation

注32 Integrated Environmental Monitoring

重要な役割を果たしている。養殖業が盛んなノルウェーでは、沿岸域の海域が飽和や養殖による環境悪化を受けて、新たな養殖ゲージの開発に取り組んでいる。ひとつの方策は沖合への展開であり、厳しい波浪や流れにおいても機能する養殖ゲージの形を考案している。また水質環境変化と隔離した半閉鎖型の養殖ゲージも考案されている^(注33) (図3-1-7)。

注33
HaugeAqua社ウェブサイト：
<http://www.haugeaqua.com/>



図3-1-7 閉鎖循環式養殖システム概念図
(出典：Hauge Aqua 社)

洋上風力発電を筆頭に潮流発電、海流発電、波力発電、海洋温度差発電など海洋における再生可能エネルギーの利用に期待が集まっている。これらに関わる技術開発も欧米を中心に組み立てられているが、日本も独自の海洋環境に合わせた取り組みが行われている^(注34)。個別機器の技術開発に加えて、将来は発電機器の大型ファーム化が必要であり、統合オペレーションによる効率的な運用が期待される。

注34
第3章2節2参照

5 日本が取り組むために

本節において、海洋開発に関わるさまざまな新技術を紹介した。これらはすべて厳しい海洋環境下においてミッションを実現するために要素技術を組み合わせることで構成される複雑で高度なシステムとして考えることができる。これらのシステムは、上記で分類したように現場ニーズに対する技術開発、というかたちで整理することができ、開発フィールドに牽引されるかたちで技術開発が進められている様子が伺える。

一方で、日本は周辺海域では有望なフィールドがこれまでなかった。しかし、EEZにおいてメタンハイドレートなどのエネルギー資源や海底熱水鉱床やマンガン団塊などの海底鉱物資源の賦存が確認され、海洋技術の進展によりその開発が遠い未来の話ではなくなった。その効率的・経済的な開発にはさらなる技術開発が必要であるが、それには実海域での現場経験が不可欠と考えられる。また日本において競争力を有する素材、情報技術、環境対策技術などの要素技術をシステムとして束ねて新技術の取り組みを活性化するには、何より現場が必要である。こうしたプロジェクトにより、技術開発が促進され、メタンハイドレートや海底鉱物資源などの資源確保につながるとともに、構築される新技術が基盤技術として他の海洋開発市場にも広く展開できると考えられる。

また技術開発を支える人材も非常に重要である。日本財団オーシャンイノベーションコンソーシアムでは、大学生・大学院生らに国内外（ヒューストン、スコットランド、トロンハイムなど）の現場に見学やインターンの機会を提供している^(注35)。夢のある新技術の具体例を見た将来世代が、専門的な知見を獲得するとともに大型プロジェクトへの挑戦を志すことが望まれる。こうした機会を提供できるのも、現場プロジェクトの魅力である。

現場プロジェクトの創出を通して、自国資源獲得に加えて、日本における新技術開発・人材育成の好循環を生み出すことが期待される。

(和田 良太)

注35
日本財団オーシャンイノベーションコンソーシアム <http://project-kaiyoukaiatsu.jp/>

コラム 06 洋上風力発電の普及に向けて—新法の成立—

2018年11月、「海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律案」が衆議院・参議院の本会議でともに全会一致で可決された。この新法は、洋上風力発電事業の普及に向けて、政府が指定する「促進区域」において発電事業者を公募し選定する制度を創設するもので、発電事業者には最長30年間の海域占用許可が与えられる。促進区域としては2030年までに5区域の指定が目指されており、その際の関係者等による法定協議会の設置についても規定されている。海域区分を設定して計画的に海域利用を図る画期的な法律だが、適用するに際した課題も多い。

設置計画が進む洋上風力発電

海運や水産などさまざまな利用が行われているわが国海域の利用調整は、2012年5月に総合海洋政策本部決定された「海洋再生可能エネルギー利用促進に関する今後の取組方針」に記されているように、「大変な労力とコスト」を要するものである。そのため、同方針では「個別法により既に管理者が明確になっている海域」において検討を先導的に進めることが記されており、実際に、わが国の洋上風力発電事業の検討は港湾域から進められた。たとえば、港湾法の改正（2016年7月施行）により港湾区域内水域等を占用（最長20年）する事業者を公募により選定する制度が整備されたことを受けて、北九州市は2016年8月に公募を開始し、2017年2月に占用予定者を選定している。選定された九電未来エナジー(株)を代表企業とする「ひびきウインドエナジー」は、公募海域（2,687ha）に最大44基（22万kW）の風車を設置する計画である。

一方で、2014年4月から再生可能エネルギーの固定価格買取制度のもとで、1kWhあたり36円という比較的高い買取価格が洋上風力発電に対して設定されたことも追い風となり、日本各地で洋上風力発電の事業計画が検討されるようになった。計画は風況の良い北海道・東北地方沿岸で最も多く、図のように、原子力発電1基分に相当する100万kWの規模を一般海域に設置する計画もある。このように、洋上風力発電の設置計画が進むなか、港湾域での仕組みを一般海域に適用する新法の策定は待ったなしの状況にあった。

今後の普及促進の鍵

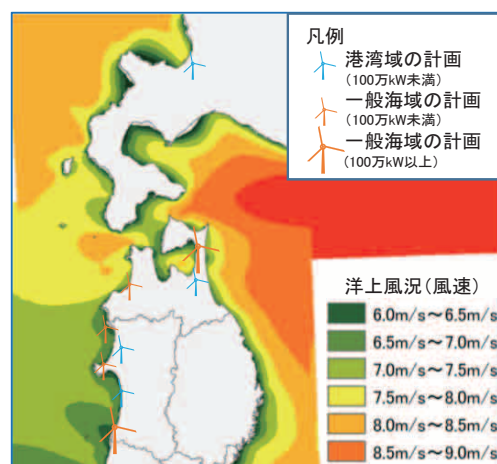
この新法により、ボトルネックとなっていた海域利用調整に関する法的な課題はおおむね解消されることとなり、今後、わが国沿岸においても本格的に洋上風力発電の導入が進む道筋ができた。しかしながら、実施には低コスト化や地域振興などの課題がある。

太陽光発電と異なり風力発電事業は環境アセスメン

トに一定の期間を要する。そのため、2014年に設定された買取価格を活用して運転を開始した新規案件はまだない。この間、事業用太陽光発電（2,000kW未満）の1kWhあたりの買取価格は40円（2012年度）から18円（2018年度）まで低下した。また、技術開発等により世界の洋上風力の発電コストも13.6円/kWh（2017年上半期）と2013年以降コストが半減した。そして、この新法のもとでの洋上風力発電は固定価格買取制度から低コスト化を促し競争力を高める入札制に移行する。すなわち、十分な国内での導入実績がないまま、コスト競争を迫られることになる。有望なコスト削減策のひとつが大規模化であり、欧州では一般的である広大な海域を占有するウィンドファームの実現が想定される。しかし、大規模化は系統接続面だけでなく海域利用の調整を難しくするという課題があり、今後この新法に基づいて丁寧に地域での調整を積み重ねていく必要がある。

海域利用調整の際に重要となる地域振興の面でも難しい課題がある。一般に洋上風力発電は組立型の産業であり、地元で製造を要するような機器類は少ない。直径100mを超えるブレード（風車の羽）などの大規模な部品は、それらを管理できる拠点港から直接搬出され、大型の専用船を用いて洋上で組立・施工が行われるため、地域の第二次産業などへの経済効果は限定的となる。また、初期の建設コストの低減が大きな課題になっているなか、漁礁設置などの副次的な機能の追加なども厳しいと見られている。そのため、建設後の運用面にも目を向けた地域振興策の検討も求められる。メンテナンスなどでの地域協定のほか、市民出資や地元海産物での現物配当など、30年の占用期間を見通した地域に溶け込んださまざまな運用策の検討も必要となる。

（角田 智彦）



環境アセスメント手続中の洋上風力発電
(出典：環境省および経産省資料をもとに作成)

図解 日本周辺海域のエネルギー・鉱物資源

(再生可能エネルギーを含む)

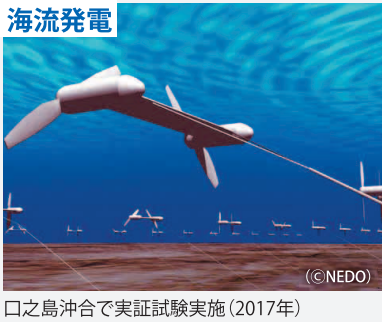
石油・天然ガス



洋上風力発電(着床式)



海流発電



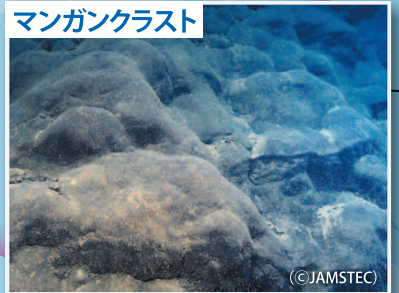
海洋温度差発電



海底熱水鉱床



マンガンクラスト



海洋鉱物資源開発について、より知りたい人へ(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構の関連のページが表示されます)

排他的経済水域 (EEZ)

世界の200カイリ水域面積の上位10か国 (単位:万km²)

	200カイリ面積 (A)	陸地面積 (B)	(A)(B)の比
1. アメリカ	762	936	0.8
2. オーストラリア	701	769	0.9
3. インドネシア	541	190	2.9
4. ニュージーランド	483	27	17.9
5. カナダ	470	998	0.5
6. 日 本	447	38	11.9
7. ロシア*	<449	<2,240	0.2
8. ブラジル	317	851	0.4
9. メキシコ	285	197	1.5
10. チリ	229	76	3.0

*「海洋白書2015」より

洋上風力発電 (浮体式)



(©福島洋上風力コンソーシアム)

福島沖

黒潮の流れ

メタンハイドレート

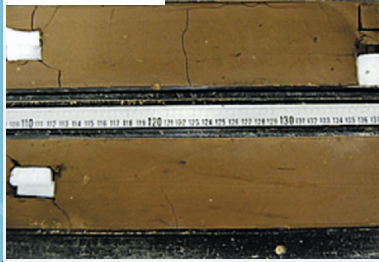


(©JOGMEC)

渥美半島～志摩半島沖合で第1回、第2回の産出試験実施 (2013年、2017年)

堆積物の厚さ2,000m以上の堆積盆
(石油・天然ガス賦存ポテンシャルの高いエリア)

レアアース泥

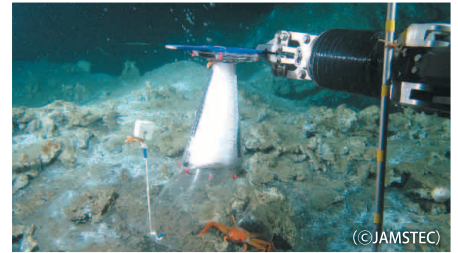


石油・天然ガス



生物起源の有機物が厚く積もった海底の堆積岩中に賦存する。水深数百m～2,000m程度の海底下数kmに存在。写真は石油根源岩 (左: 黒色泥岩、右: 珪藻質頁岩)

メタンハイドレート



(©JAMSTEC)

低温高圧の条件下で、メタン分子が水分子に取り込まれた氷状の物質。①砂層型 (主に太平洋側) と②表層型 (主に日本海側) があり、①は水深500m以深の海底下数百mの砂質層内に、②は水深500m以深の海底面および比較的浅い深度に存在。

レアアース泥



(©JAMSTEC)

海底下に粘土状の堆積物として広く分布する。レアアースを含み、南鳥島周辺の海域などで存在が確認されている。

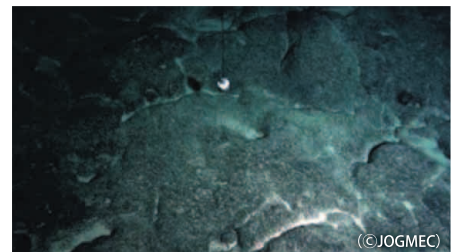
海底熱水鉱床



(©JOGMEC)

海底から噴出する熱水に含まれる金属成分が沈殿してできたもの。銅、鉛、亜鉛、金、銀などを含み、沖縄、伊豆、小笠原海域700m～2,000mに存在。

マンガンクラスト



(©JOGMEC)

海山斜面から山頂部の岩盤を皮殻状に覆う、厚さ数cm～十数cmの鉄・マンガン酸化物。コバルトの含有量が約1%を超えるものがコバルトリッチクラストと呼ばれる。

第2節 海洋鉱物・エネルギー資源

1 海底のエネルギー・鉱物資源

エネルギー・鉱物資源に乏しい日本は、その需要量のほとんどを輸入に頼り、つねに資源の安定供給に不安をかかえている。そうしたなかで注目を集めているのが、日本の領海・排他的経済水域（EEZ）にひろがる、海洋エネルギー・鉱物資源である。これらの資源の開発や利用を促進する「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」が、2019年2月15日に改定された。中長期的に取り組むべき開発計画について、改定のポイントを紹介する。

1 海洋エネルギー・鉱物資源に関する基本政策「海洋基本計画」

日本は、四方を海にかこまれている島国である。そこで、「海洋立国」の実現を目指そうと、2007年に「海洋基本法」が制定され、同基本法に基づいて、翌2008年に「海洋基本計画」が策定された。これは、海洋に関する施策の方向性を示しているもので、5年ごとに見直しが行われている。計画の中では、日本の近海にある海洋エネルギー・鉱物資源の開発についての目標が定められており、その目標を達成するための計画として「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」が作成されている。同計画は、探査や開発の道筋、必要な技術開発などを、できるだけ具体的に定めていることが特徴である。

ここで言う「海洋エネルギー・鉱物資源」とは、どのようなものが含まれているのか。海洋エネルギーとしては、「メタンハイドレート」のほか、石油・天然ガスがある。また海洋鉱物資源としては、「海底熱水鉱床」や「コバルトリッチクラスト」「マンガン団塊」「レアアース泥」などがある。いずれも深い海の底にあり、これらを回収して利用するにはさまざまな技術や工夫が必要となる。

2018年5月には、「第3期海洋基本計画」が策定された。そこで「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」についても、改定案を作成することになった。改定された開発

資源	メタンハイドレート		石油・天然ガス		
特徴	低温高圧の条件下で、メタン分子が水分子に取り込まれた氷状の物質		生物起源の有機物が厚く積もった海底の堆積岩中に賦存		
存在水域等	 砂層型（主に太平洋側） 水深 500m以深の海底下数百mの砂層内 表層型（主に日本海側） 水深 500m以深の海底面及び比較的浅い深度の泥層内		 水深数百m～2,000m程度の海底下数km 三次元物理探査船「資源」		
資源	海底熱水鉱床	コバルトリッチクラスト	マンガン団塊	レアアース泥	
特徴	海底から湧出する熱水に含まれる金属成分が沈殿してきたもの	海山斜面から山頂部の岩盤を皮殻状に覆う、厚さ数cm～10数cmの鉄・マンガン硫化物	直径2～15cmの楕円体の鉄・マンガン硫化物で、海底面上に分布	海底下に粘土状の堆積物として広く分布	
含有金属	銅、鉛、亜鉛等（金、銀も含む）	コバルト、ニッケル、銅、白金、マンガン等	銅、ニッケル、コバルト、マンガン等	レアアース（重希土を含む）	
存在水域等	沖縄、伊豆・小笠原（EEZ） 700m～2,000m	南鳥島等（EEZ、公海） 800m～2,400m	太平洋（公海） 4,000m～6,000m	南鳥島海域（EEZ） 5,000m～6,000m	
					

図3-2-1 海洋エネルギー・鉱物資源

計画では、今後5か年の計画を、それぞれの資源ごとに定めている。次に、それぞれの資源の開発計画を見ていくことにする。

2 「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」の改定ポイント

- ① **メタンハイドレート**：将来の商業生産を可能とするための技術開発を進める
 メタンハイドレートは、エネルギー資源である「メタンガス」が水分子と結びつき、氷状の物質となったものである。温度が低く圧力が高い環境で存在するため、水深の深い海底や極地の凍土地帯に分布している。日本の周辺海域にも存在している。
 おもに太平洋側に存在する砂層型メタンハイドレートは、長期にわたり安定的にガスを生産するための技術の開発や、メタンハイドレートがより多く集まっている場所を把握するための調査、海域の環境の調査などを行う。
 おもに日本海側に存在する表層型メタンハイドレートは、海洋の環境を保全しつつガスを生産するための技術の開発や、メタンハイドレートの分布と海底の状況を把握するための調査、海域の環境の調査などを行う。

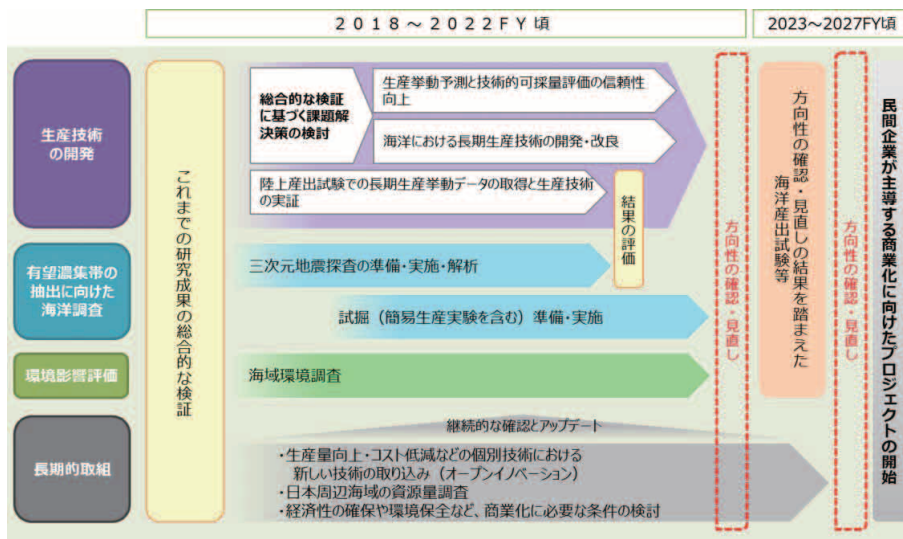


図3-2-2 砂層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表

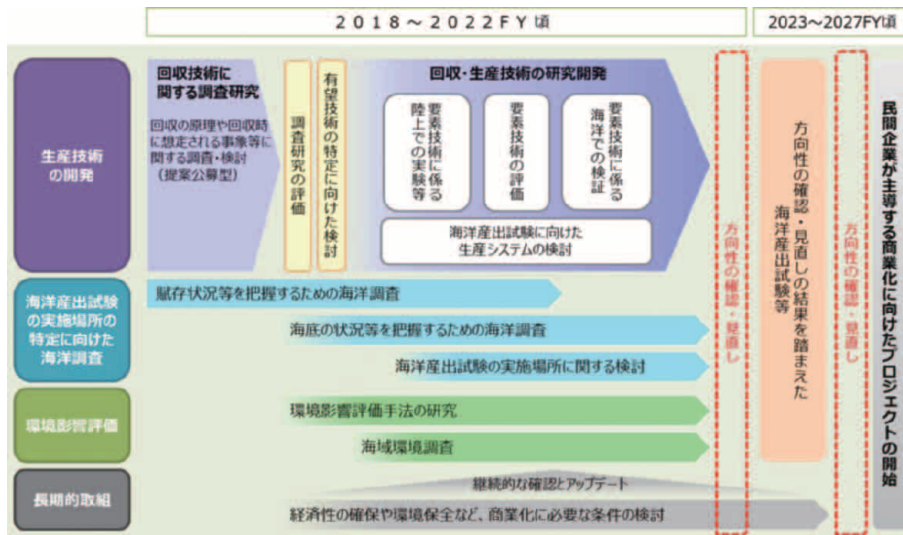


図3-2-3 表層型メタンハイドレートの開発に向けた工程表

② 石油・天然ガス：新たな探査船により、詳細な地質情報取得をめざす
 日本の周辺海域に存在する石油・天然ガスは、地政学的なリスクに左右されずにエネルギー供給できる重要な資源である。これらについては、高度な探査能力を持つ三次元物理探査船「資源」を使って調査が行われてきた。「第3期海洋基本計画」では、引き続き国主導での探査を行うことが決定されている。
 そこで、開発計画では、これからの10年間でおおむね50,000km²の海域を新たな三次元物理探査船を活用して探査し、詳細な地質情報を取得することを定めた。有望な海域では試掘の機会を増やすとともに、民間企業の参加もうながしていく。



図3-2-4 石油・天然ガスの探査・開発に向けた工程表

③ 海底熱水鉱床：経済性を含む総合評価を実施
 海底から噴き出す熱水に含まれている金属成分が、海水によって冷却されて沈殿するのが「海底熱水鉱床」である。銅、鉛、亜鉛、金、銀など、さまざまな金属成分が含まれており、日本周辺では、沖縄や伊豆・小笠原の海域に発見されている。
 海底熱水鉱床の資源量については不明なことも多く、まずは質・量ともに経済価値の高い鉱床を確保するための調査が必要である。また、これまで開発してきた採鉱・揚鉱技術や選鉱・製錬技術について、商業化を見据えた効率化や汎用性の向上を進める必要がある。開発に伴う環境への影響の調査や、経済性の評価、法制度のあり方についても検討していく予定である。

④ コバルトリッチクラスト：2028年までに商業化の可能性を追求
 コバルトリッチクラストとは、海山斜面から山頂部をおおうマンガン酸化物である。コバルトはリチウムイオン電池に使われるため、自動車のEV・電動化を背景に、これから需要の増大が見込まれている。
 南鳥島周辺の海域には、日本の排他的経済水域（EEZ）内や、国際海底機構（ISA）との契約により、日本が排他的探査権を得ている公海域に有望なコバルトリッチクラストの存在が確認されている。まずはこれらの海域の資源量調査や環境調査を行い、採鉱や揚鉱の技術を確立していくことを目指す。さらに、こうした取組みを通じて国際的なルールづくりへの貢献や、民間企業による商業化も模索していく。

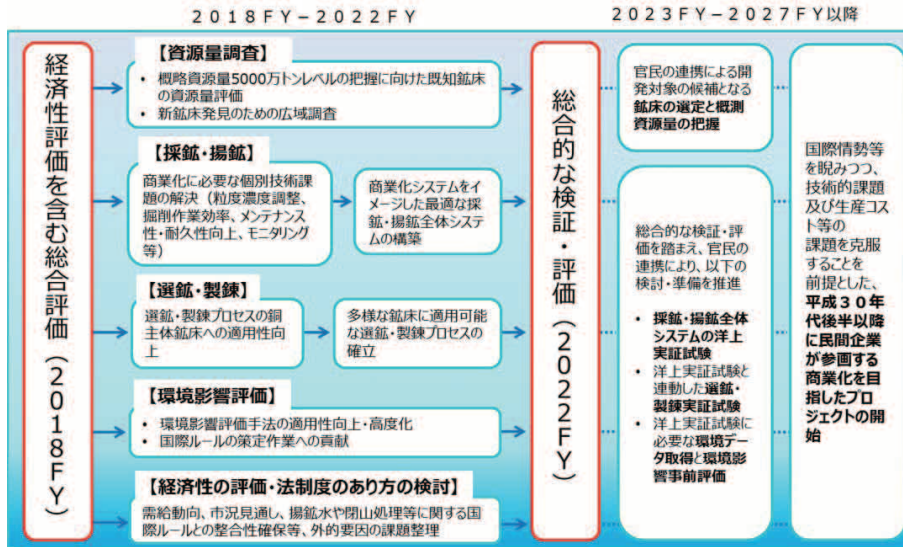


図3-2-5 海底熱水鉱床の開発に向けた工程表

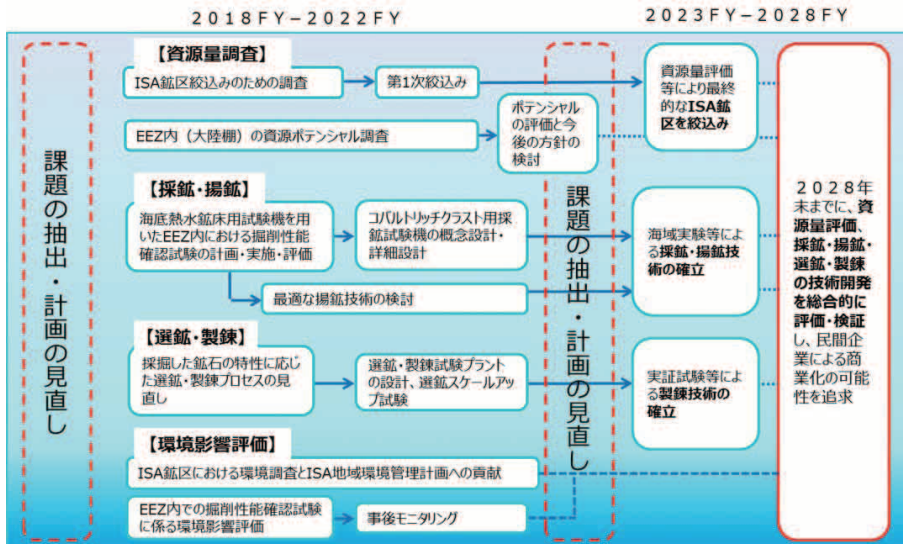


図3-2-6 コバルトリッチクラストの開発に向けた工程表

⑤ マンガン団塊およびレアアース泥：府省が連携して研究に取り組む

マンガン団塊は直径2～15センチの鉄・マンガン酸化物のかたまりで、銅、ニッケル、コバルトなどの有用金属を含んでいる。太平洋の深海に広く分布していて、このうちハワイ沖の公海域での探査契約をISAと結んでいる（2021年6月まで）。

レアアース泥は、海底に粘土状の堆積物として広く分布しており、日本の近海では南鳥島周辺の海域に存在している。レアアースは先端産業に不可欠な素材であるが、産出する国が限られていることから、より安定的な供給源が求められている。

これら2つの資源については、SIP「革新的深海資源調査技術」において、各府省が連携して技術研究を推進していく体制をつくり、ISAのルールに従った調査を行いながら、資源量の分析や、技術開発を進めていく計画である。

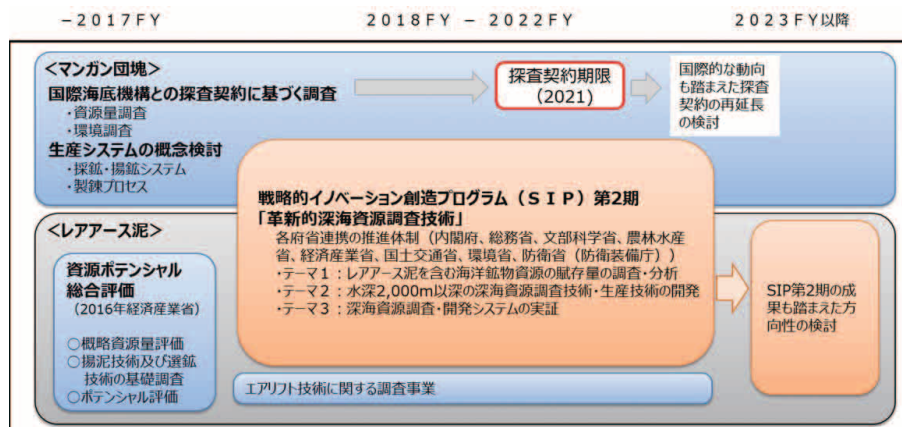


図3-2-7 マンガン団塊およびレアアース泥の開発に向けた工程表

これらの海洋エネルギー・鉱物資源が利活用できるようになれば、エネルギーや資源の安定供給が実現できる可能性がある。ひとつひとつのステップを着実に進め、将来の利活用に向け官民連携して取り組むことが必要である。

2 NEDO における洋上風力発電の取組み

2018年7月3日に第5次エネルギー基本計画が閣議決定され、再生可能エネルギーの主要電源化が明記された。洋上風力については「陸上風力の導入が限定的な我が国において、洋上風力発電の導入拡大は不可欠である」「着床式洋上風力の低コスト化に向けた実証や開発支援を行うとともに、浮体式洋上風力発電についても、技術の開発や実証を通じた安全性・信頼性・経済性の評価を行う」と記載された。過去のエネルギー基本計画を振り返ってみると、洋上風力という言葉は2010年の第3次基本計画から登場している。

日本は四方を海に囲まれ、世界6位の排他的経済水域（EEZ）を有しているものの、洋上風力のポテンシャルを有効に活用するためには、コストや社会的制約の課題が多くある。本項では、政策を反映しつつ技術開発を実施している（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の洋上風力発電の取組みについて紹介する。

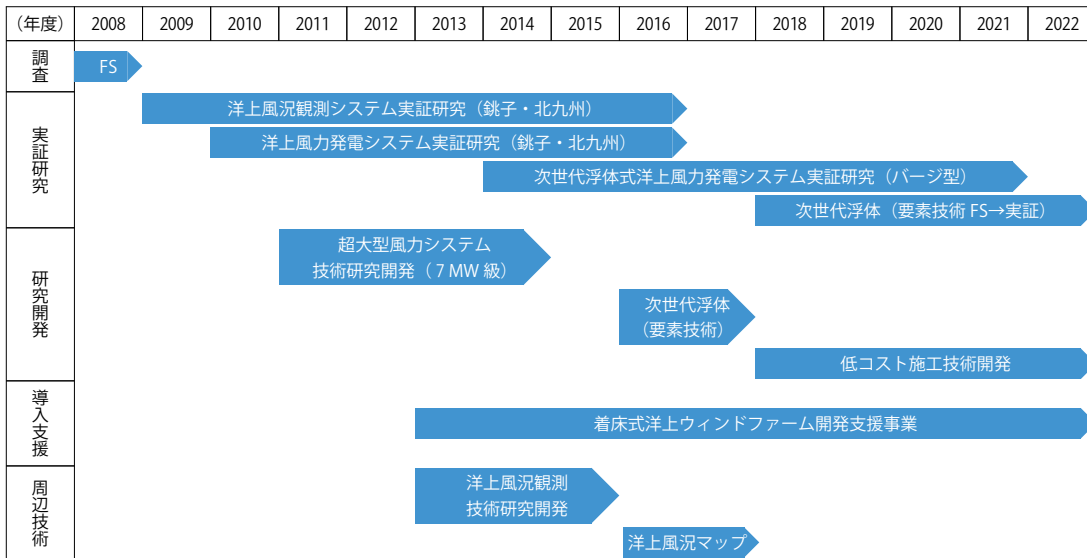
1 NEDO における洋上風力発電プロジェクトの生い立ち

NEDO は1980年に設立されて以来、風力発電の技術開発を進めてきている。これまで陸上をフォーカスした技術開発の期間が長く、先行している欧米の技術をキャッチアップするため、風車などのハード面の技術開発が2000年ごろまで行われた。その後、風力発電事業に対する導入支援、日本の気象条件や地形に最適化するためのガイドラインや故障事故対策といった安全基準の策定などにより、風力発電を日本に根付かせるための素地の形成やプレイヤーの育成、技術基準の策定が行われた。本題の洋上風力発電については、2008年から本格的にいくつかのプロジェクトが実施されている（表3-2-1）。

洋上風力発電のプロジェクトがスタートした当時は、国が支援する陸上風力発電の技術開発がおおむね終了したと言われていた時期である。一方で、陸上風力発電の適地^(注36)が限られている日本で風力発電の導入を飛躍的に伸ばすひとつの手段と

注36
風の強い平坦地

表3-2-1 NEDOの風力発電技術開発 (NEDO)



して、当時欧州で盛んになりつつあった洋上風力発電への注目が静かに高まっていた。

陸上風力発電の導入が始まったばかりでその拡大が十分に進んでいないなか、新たに洋上風力発電の技術開発を開始することには、日本の厳しい気象・海象条件などから慎重な意見も多く、まずは陸上風力発電からだという風力発電事業者の意見が当時は多くみられた。

そのようななかで、2006年から洋上風力発電の実証研究について、関係者とのヒアリングや意見交換を行い、潜在的なプレイヤーの存在や意向の確認が行われ、2007年には経済産業省のアドバイスをもとに、実証研究を行う意義やその実現可能性に関する調査研究が実施された。また、同時期に産学官による欧州の洋上風力の視察団が結成され、洋上風車の現場やデベロッパー、サプライチェーンの取組みについてヒアリングが行われた。

これらの先導研究的な調査事業によって、「日本の気象・海象は欧州のそれとは異なり、欧州の技術を持ってきてもそのままでは利用できないことから、実証研究を行う意義は高い」との結論が出された。しかし、そもそも日本に洋上ウインドファームを建設できる適地が存在するのか、洋上風力のポテンシャルはどのくらいあるのか、という課題も提起されることになった。

当時、着床式洋上風力発電の施工に必要な大型の自己昇降式作業台船 (SEP^(注37) 船)は日本にはなく、実証に必要な多額の予算の確保も容易ではない状況であった。経済産業省が最初に決定した予算は、2008年度の着床式洋上風力発電実証研究のフィージビリティスタディ (FS)^(注38)である。

その2008年度の1年間で、2海域の洋上風況観測タワーと洋上風力発電システムの全体FS、4海域の海域調査が行われ、これらFSの総合的な検証と洋上風力のポテンシャル調査が行われた。特に日本初となる洋上風力ポテンシャル調査は日本大学の長井浩准教授の監修によるもので、日本の洋上風力の可能性を示唆するものとしていまでも活用されている。

このFSにより、実証研究の洋上風況や海域条件などの条件が決まり、銚子沖と北九州市沖の全体FSから実現可能性が明らかになるとともに、実証研究の全体計

注37 Self Elevating Platform

注38 実現可能性がどの程度かを事前に確認するための調査。

画、予算といったスペックが定められた。太平洋側と日本海側の異なる気象・海象条件での実証が必要であるとされたのも、このFSによるものである。

特に、銚子沖と北九州市沖の全体FSは、調査および概略設計とともに、必要な許認可の洗い出し、漁業協同組合などとの地元調整などが行われ、充実したものとなった。

これらの取組みを経て、ようやく2009年度から洋上風況観測システムの実証研究がスタートした。まずは洋上風況観測の結果を見て、それから洋上風力発電システムの実証をスタートしてはどうかといった意見もあったが、経済産業省に予算が確保され、洋上風力発電システムの実証研究は1年後の2010年度に、銚子沖と北九州市沖の2海域で実現された。

順調にスタートしたかに見えた実証研究であったが、2011年3月11日の東日本大震災が発生し、銚子沖の基礎が製作されていた茨城県鹿島港も被害を受けたため、継続して製作することができなくなった。結果、兵庫県東播磨に製作場所を移したが、建設機械の制限により工程としては約1年遅れ、2013年3月に運転を開始した。



洋上風車の建設中では、うねりといった厳しい海象条件を目の当たりにし、建設後は洋上風車のメンテナンスの難しさを経験させられた。この実証研究に併せて、第一建設機工(株)がSEP船を、東京汽船(株)がアクセス船^(注39)を建造したことにより、これら船舶の有効性も確認された。

これら着床式洋上風力発電の実証研究の取組みが、これ以降に続く浮体式の実証研究に生かされていった。着床式実証研究の成果はガイドブックとしてとりまとめられ、NEDO ホームページで公開されている^(注40)。

注39
設置工事を行っているSEP等の作業船や風車に作業員や物資を輸送するための船舶。

注40
https://www.nedo.go.jp/library/fuuryoku_c.html

表3-2-2 NEDOにおける着床式洋上風力発電の実証実験（NEDO）

	千葉県・銚子沖の実証実験	福岡県・北九州市沖の実証実験
運転開始	2013年3月4日	2013年6月27日
定格出力	2,400kW	2,000kW
基礎方式	着床式（重力式）	着床式（ハイブリッド重力式）
ロータ直径	92m	83.3m
	 <p>写真：SEP船を利用して設置作業をしている銚子沖の洋上風車</p>	 <p>写真：北九州市沖の洋上風車と観測タワー</p>

2 次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究

洋上風力発電は風車の基礎が海底に着いている着床式と基礎が浮いている浮体式に分かれるが、一般的に水深50mを境に着床式のコストが浮体式のコストより高くなると言われている。実際、先行している欧州の着床式ではほとんどが水深30m

以内である。

欧州は比較的浅い水深が長く続く遠浅の海域が多いが、日本は遠浅の海域はそれほど多くない。前述のNEDOが実施した洋上風力ポテンシャル調査において、離岸距離30km、水深200m未満で年平均風速7m/s以上という条件でシミュレーションしたところ、水深50m未満の着床式は約200GW^(注41)であったのに対し、水深50m以上200m未満の浮体式は約1,000GW^(注42)と約5倍の導入ポテンシャルを有することがわかっている^(注43)。これからも、日本の洋上風力の導入拡大には浮体式が重要であるといえる(図3-2-8)。

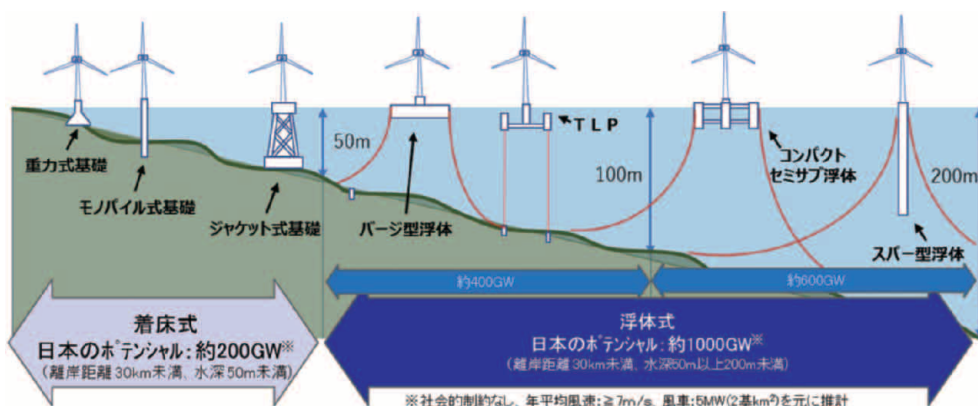


図3-2-8 日本の着床式/浮体式洋上風力発電のポテンシャル (NEDO)

また、日本近海における水深50~100mと100~200mの海域面積の比率が約1:1となるところに注目されたい。水深100m以深の海域においてはすでに福島沖、五島沖で浮体式の実証研究が実施されており、国内外で実用化に向けたプロジェクトが進みつつある^(注44)。

一方で水深50~100mの海域に適用可能なコスト競争力のある浮体式の技術は欧州においても実証段階であることから、この技術を確立することで、欧州勢に対する競争力を高めるとともに、長大な海岸線を有するわが国の地理的環境をさらに有効活用することが可能になると考えられる。

そこで、NEDOは水深50~100mの比較的浅い水深をターゲットにした、わが国の気象・海象条件に適した低コストな次世代浮体式洋上風力発電システムのFSを、2015年1月末から2016年3月末まで実施した。FSの結果、鋼製バージ型浮体^(注45)に2枚翼の3MWクラスの水平軸風車を搭載した浮体式洋上風力発電システムの実現可能性が示された。

2016年度から詳細設計、製作、設置、実証運転を実施する実証フェーズが開始された。実証機の概要を表3-2-2に示す。このシステムの喫水は約7.5m程度で、他の浮体形式^(注46)と比較して格段に喫水が浅くコンパクトにできている。そのため、低コスト化が見込まれ、浮体を浮かべたまま一般的な港湾の岸壁に接岸して風車の搭載作業等が実施可能であることから港湾インフラのコスト低減につながると期待されている。

鋼製のバージ型浮体は、日立造船(株)の堺工場にて鋼板の切断・加工などの小組立から、ブロックごとの中組立、最終的な大組立の工程を経て、2018年6月に完成した。浮体完成後、浮体の安定性を確認する重査試験を実施し、風車を搭載する場所となる北九州港まで曳航した。

注41
約2億kW

注42
約10億kW

注43
物理的なポテンシャルであり社会的制約条件を考慮していない。

注44
『海洋白書2016』第3章2節参照

注45
浮体構造物の水中に浸かっている部分の深さが浅く、浅い水深でも設置可能な浮体。

注46
たとえば、浮体を垂直方向に延長することによって水線面を小さくして浮体の大部分を水没させる形式であるスパー型では、数十メートルの喫水を要する(喫水とは浮体が沈む深さのこと)。



図3-2-9 ナセル・ブレードの地組状況
(出典：NEDO)



図3-2-10 タワーの設置状況 (出典：NEDO)

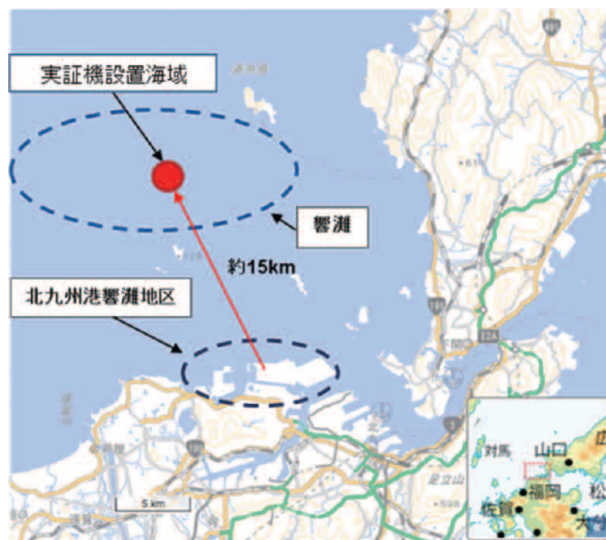


図3-2-11 実証機の設置海域
(出典：地理院タイルを加工してNEDO作成)



図3-2-12 実証海域に設置された実証機「ひびき」、直径は100m (出典：NEDO)

今回採用された2枚翼風車は、一般的な3枚翼風車と比べて軽量であり、システム全体の軽量化に寄与している。また、3枚翼風車の場合、一般的にナセル^(注47)をタワーに設置してからブレードを取り付ける必要があるため、高所作業となり、作業員の安全性や施工性等の課題が残る。一方、この2枚翼風車は地上でナセルにブレード

表3-2-3 実証機の概要

定格出力	3,000kW
ロータ径	100m
ハブ高さ	72m
浮体	鋼製バージ型
係留システム	スタッドレスチェーン+ 超高把駐力アンカー 9本
総重量	9,858トン（風車、係留、バラストを含む）

(出典：NEDO)

を取り付けることが可能であり、3枚翼風車に比べて高所作業量の削減や作業効率を向上している。今回、地上でのナセルとブレードの接続作業はクレーン2台で行われ(図3-2-9)、接続されたナセルとブレードは起重機船により既設のタワートップへ設置された(図3-2-10)。

北九州港響灘地区から沖合約15kmの設置海域(図3-2-11)へ浮体式風車が曳航された後、事前に敷設し、仮置きしていた係留チェーンが浮体へ接続された^(注48)。最後に電力ケーブルが接続され、次世代浮体式洋上風力発電システムが設置された(図3-2-12)。

その後は、試運転調整、使用前自主検査、安全管理審査を実施した後、実証運転が開始される予定である。実証運転中は性能検証のみならず、遠隔操作型無人潜水機(ROV)による浮体、係留システム、送電ケーブルの保守や、監視カメラ、ドローンを用いた点検の効率化などの運転保守技術の確立を目指す。

3 浮体式洋上風力の低コスト化への課題

一般的に洋上風力と陸上風力の発電コストの差を縮める要素は、好風況な適地選択と風車の大型化、基礎および施工の低コスト化である。

風は沖合にいくほど強くなるので着床式よりも浮体式の方が有利である。しかし、風が強いということは波も高くなり、着床式で使えたアクセス船では対応が厳しくなる^(注49)。また、着床式ではなかった係留チェーン・アンカーが新たに加わることになる。よって浮体式は、着床式と比較してより一層複合的に検討する必要があると考えられる。

一方欧州では、すでに低コスト化の技術開発が進められている。着床式でOffshore Wind Accelerator^(注50)により40%の低コストを実現したように、浮体式でも同様のJIP^(注51)によるコスト低減に向けた取組みがスタートしている。決して欧州の浮体式の実証研究が進んでいるというわけではないが、着床式で得られた成果をもとに、浮体式の低コスト化への課題と目標設定の絞り込みが行われている。

浮体式は着床式と異なり、係留チェーン・アンカーなどの浮体特有の構造によって、浮体の動揺特性等の評価が難しくなるなど、低コスト化を行ううえで解決すべき課題がまだまだあるが、日本ではほぼすべてのタイプの浮体式の実証研究が行われている。そのため、関係者の横の連携をとることによって、あるいは情報交換する場を作ることによって、欧州のJIPに十分対抗できると期待されている。

着床式・浮体式の各洋上風力発電の実証研究は、国のプロジェクトである以上その成果を最大限活用できるように配慮する必要がある。一方で実証研究に取り組む

注47 発電機を含む、ブレードとタワーの接合部。

注48 係留チェーンとアンカーからなる係留システムは、設計値どおりの把駐力(はちゅうりょく)が発揮されるかの試験を事前に全数実施されており、すべての係留系について設計把駐力を発揮したことを確認した上で海底に残置(仮置き)されている。

注49 風車についても浮体の方がより大型が搭載可能であるという意見もあるが、これは生産される風車のロット数によって風車の価格が変動することを考えれば、一概には言えない。

注50 産官連携の研究組織にて沖合域の着床式洋上風力発電のコスト低減を実現した英国のプロジェクト。

注51 Joint Industry Program方式の略。発電事業者を主体とし、民間事業者からも開発資金を拠出するかたちの市場プル型の開発事業のこと。

ことで、関係する企業や団体が、非常に貴重な経験をしていることも事実である。銚子沖や北九州市沖のみならず、各地で大規模な着床式洋上ウインドファーム事業が計画されており、そのなかで実証研究をとおして得られた経験が生かされることが期待される。

一方で、日本の海域のポテンシャルを踏まえると、浮体式は着床式の数倍が計画されなくてはならない。それは、日本の技術者、技術力をもってすれば決して不可能ではない。ここで紹介した浮体式洋上風力発電の実証研究等をとおして、技術的なリスクが軽減され、さまざまな経験が蓄積されることで、さらに洋上風力の導入が拡大することが期待される。

(伊藤 正治)

第3節 海洋産業の新たな潮流

1 水産業の成長産業化

2018年12月8日に「漁業法等の一部を改正する等の法律案」が参議院本会議で賛成多数で可決され成立した。本節では、水産業の成長産業化を目指すこの漁業法の改正の経緯を踏まえ、今後の課題について展望する。

1 70年ぶりの大幅な漁業制度改革—現行漁業制度の限界

2019年は、戦後まもない1949年に制定された漁業法の施行からちょうど70年の節目に当たる。同法は、水面の総合的利用による漁業生産力の発展と漁業協同組合を核とした漁業の民主化といった趣旨の法の目的が明記されるなど、当時としては画期的な内容であった。その後、1962年に、指定漁業制度や内水面漁業制度の確立などを柱とする法改正がなされたものの大きな修正はなく、漁業法に基づく漁業制度は70年間にわたり変わることなく引き継がれてきた。

その一方、70年間には漁業をとりまく環境、とりわけ資源と漁場と市場は劇的な変化を見せた。法律制定直後の1952年、わが国がサンフランシスコ講和条約により国際社会への復帰を果たしたなか、マッカーサーライン^(注52)の撤廃とともに遠洋漁業をはじめとして漁業全体が飛躍的な発展を遂げた。しかしながら、1970年代末から世界各国による200カイリ体制の定着、国連海洋法条約の発効、捕鯨を含めた漁業資源に対する国際管理体制の確立などにより、漁船の行動範囲が縮小し、漁業の生産体制も急速に縮小する結果となった。さらに近年、中国の漁業拡大政策にも影響され、IUU漁業^(注53)（違法・無報告・無規制漁業）を含めわが国周辺海域への外国漁船の進出が顕著となり、わが国周辺の資源に深刻な脅威を与えつつある。

このように環境が大きく変化したなか、漁獲量（海面）は1949年の240万トンから1981年には1,000万トン超にまで増加し、その後約10年間にわたり同水準を維持した後、急激な減少に転じた。2016年では326万トンとピーク時の水準の3分の1以下になっており、さらなる漸減傾向が続いている。また、海面養殖生産量につい

注52
第二次世界大戦後 GHQ の文書 SCAPIN 第1033号「日本の漁業及び捕鯨業に認可された区域に関する覚書」によって決められた日本漁船の活動可能領域。

注53
Illegal, Unreported and Unregulated 漁業

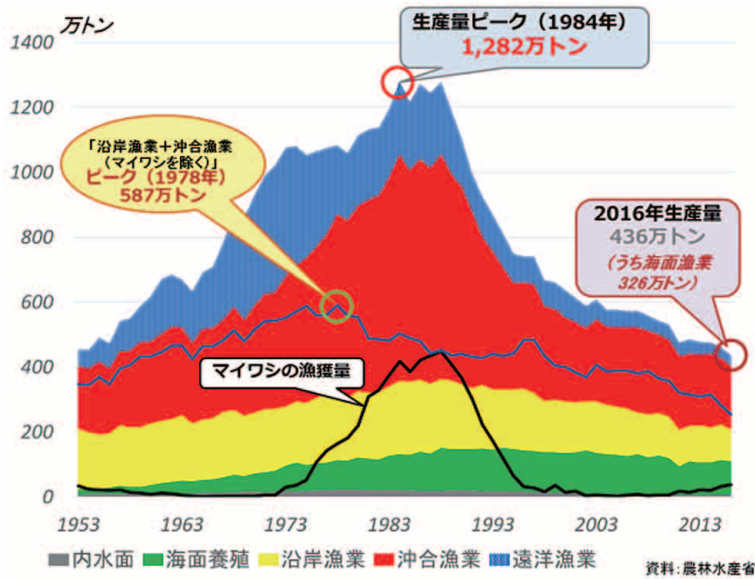


図3-3-1 わが国の漁業生産量の推移

では同20万トンから高度経済成長とともに飛躍的な発展を遂げた。1981年には100万トンに達した後、同水準にてほぼ安定的に推移し、2016年には103万トンの水準となった。一方、生産を支える漁業者数については、1949年の71.3万人が2017年にはその4分の1以下である15.3万人にまで減少した。さらに、その6割強を55歳以上の高齢者が占める状況にあるなど、漁業現場を支える生産基盤の弱体化が進んでいる。加えて漁業資源の状態については、水産庁が公表した2018年度わが国周辺水域の水産資源評価によると、評価対象（2017年10月現在）48魚種79系群のうち、低位と評価されたものが過半数の51%を占めた。その一方、高位は16%に過ぎず、全体的に資源悪化に歯止めがかからない。これら構造的な資源悪化は、漁業者数の減少および高齢化などとの相乗効果も加わり、漁業生産における負のスパイラルの原動力となった。次に、食生活について検証すると、摂取エネルギー（1人1日あたり）そのものは1949年の2,074kcalから2016年には1,865kcalへと約70年間で1割程度減少した一方、動物性たんぱく質の摂取量（1人1日あたり）については、15.3gから37.2gへと約2.4倍に増加した。このことは、米による炭水化物中心の食生活から副菜の摂取を充実させることにより、その内容を質的に大きく改善させた実態を示している。ただし、

動物性たんぱく質の摂取について詳しく分析すると、約70年間で肉類が1.8gから15.1gへと飛躍的な増加を果したのに対し、魚介類は12.8gから12.6gへとわずかながら減少し、その結果、摂取の絶対量でも、肉類による摂取量が魚介類を上回った。このことは、消費者が経済成長とともに食生活を充実させるプロセスにおいて、コストパ

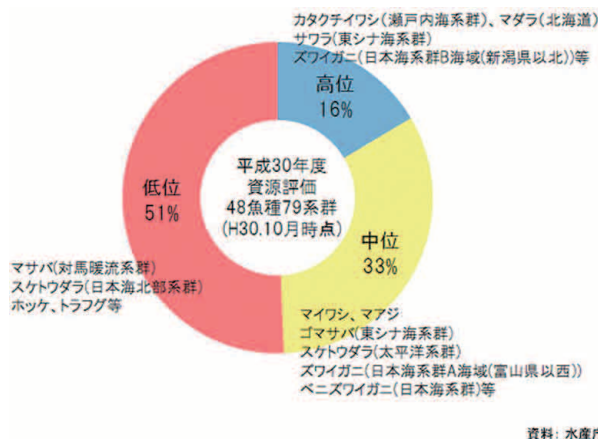


図3-3-2 わが国の周辺水域における漁業資源の水準

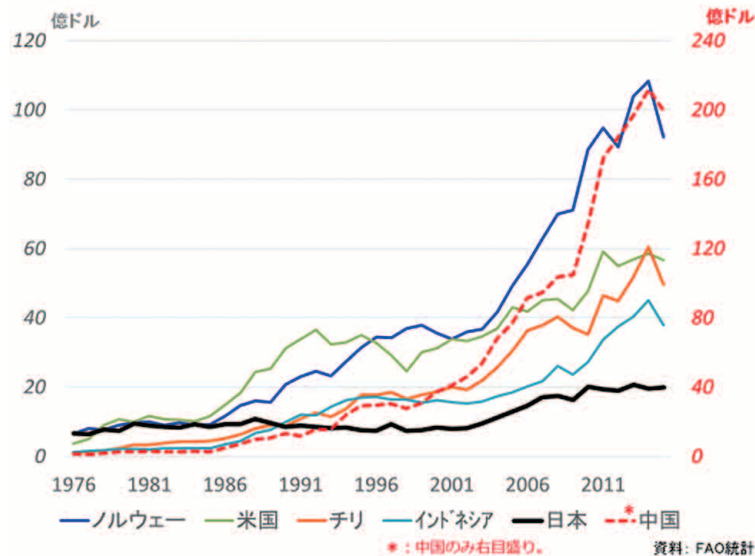


図3-3-3 主要国における水産物輸出金額の推移

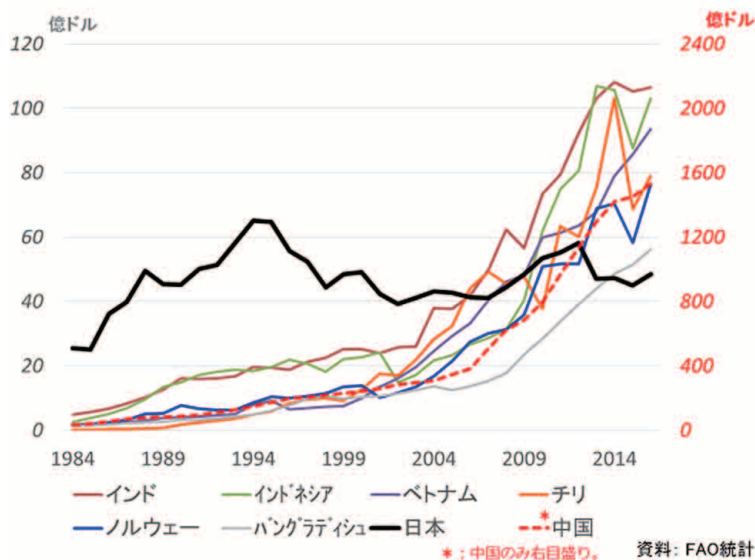


図3-3-4 主要国における養殖業生産金額の推移

フォーマンスなど、さまざまな理由により、魚介類より肉類その他の動物性食品に魅力を感じたことを裏付けるものであり、その結果、魚介類は動物性食品としての相対的地位も低下した。

このように、わが国水産業が生産および消費の両面から低迷を続けるなか、中国、ノルウェー、チリといった国々では、養殖業を中心に水産業の成長産業化への取組みが大きく先行する。最近30年間における水産物輸出金額の変化を見ても、わが国が2.3倍の増加にとどまったのに対し、ノルウェーは10.0倍、チリが11.4倍、中国に至っては74.3倍と飛躍的な成長ぶりを示した。さらに、実際の金額においても、30年前にはわが国と同等もしくは大きく下回っていたものが、2016年現在、対日比2.5~10.0倍と大きく上回る水準にまで増加した。

わが国水産業の弱体化を象徴する生産性に当たる1人あたりの漁獲量や漁業者の老齢化を示す60歳以上の割合などの各種基本指標は、いずれも「想定外」としか考

えられない数値ばかりが目立った。成長産業化に先行する国々との単純な比較は困難なものの、これらわが国水産業の実態を客観的に反映した厳しい数値は、成長産業化に向けた抜本的な改革が、まさに「待ったなし」の状況にあることを強く示唆する警鐘として、関係者が共有する必要がある。

2 制度改革に向けた一連のアクション

① 規制改革推進会議における審議

漁業をとりまく大きな環境変化と現在の漁業が置かれた厳しい状況は、このまま現状を放置すれば漁業が再生困難な厳しい状況へ追い込まれることを示唆していた。しかし、制度改革には膨大なエネルギーと関係者の理解が不可欠と考えられ、2017年4月に改訂された水産基本計画において、「国際競争力のある漁業経営体の育成」、「魚貝類養殖業等への企業の参入」、「数量管理等による資源管理の充実と漁船漁業の船の大きさ等不必要な規制の見直し」など、相当踏み込んだ内容が盛り込まれた。しかし、その後の対応は進まず2018年度予算の増額にはつながらなかった。さらに、国際的な資源管理が行われている太平洋クロマグロの漁獲規制の強化をめぐり漁業種類間の対立が深まった例に見られるように、水産業の閉塞感を打ち破るための一体的な対応を、むしろ阻害する要因が増えていくという改革に逆行するような状況に陥った。

こうしたなかで、安倍政権は農業改革の次は水産改革だという方針を打ち出し、総理の諮問機関である規制改革推進会議に水産業の成長産業化の課題を審議するよう指示したとともに、その審議が2017年9月から開始された。翌2018年6月4日には、「来たるべき新時代へ」と題する第3次答申として、審議結果がとりまとめられ、規制改革推進会議がその実施を見守っていくことになった。この1年間の動きについて、漁業関係者から見れば、同審議結果が唐突なものとも映るかも知れない。しかしながら、これをむしろ千載一遇の機会ととらえ、水産業の将来に向けて関係者が一丸となって対応することが求められている。規制改革推進会議の審議結果を概説すると、水産資源の回復を実現するため、新たな資源管理システムを構築するとともに、漁船漁業を中心に若者にとっても魅力ある漁業に転換し国際競争力を高めるための制度改革が必要とされる。このため、次のことが提言された。

- ・資源評価対象魚種は原則有用資源全体をカバーし、調査船調査の拡充とともに漁獲報告等の情報収集体制の強化など、資源評価の基盤を抜本的に拡充すること
- ・資源管理目標の設定方式を国際的スタンダードである最大持続生産量（MSY）をベースとする方式に変更すること
- ・漁獲可能量（TAC）の対象魚種を早期に漁獲量ベースで全体の8割とすること
- ・漁業許可の対象漁業は、TAC対象魚種のすべてについて、準備が整い次第、順次、個別割当（IQ）を導入すること
- ・IQ導入等の条件が整った漁業種類について現行規制を抜本的に見直し、トン数制限など漁船の大型化を阻害する規制を撤廃すること

さらに、養殖・沿岸漁業の発展に資する海水面利用制度の改革として、漁業の成長産業化にとって重要な養殖業の規模拡大や新規参入が円滑に行われるようにする観点から、漁業権付与のプロセスを透明化するとともに、漁業権の権利内容の明確

化を図る等により再構築することなどが提言された。

② 大幅な法改正の具体化

これら内閣による水産業の成長産業化に向けた改革案に対し、実際の法改正では、何よりも漁業法の目的である第1条の文章が抜本的に書き改められ、「漁業が国民に対して水産物を供給する使命を有すること等に鑑み、水産資源の保存及び管理のための措置等を定めることにより、水産資源の持続的な利用を確保する」といった趣旨の文章が加筆された点が注目される。このことは、水産政策そのものが資源管理の適正化により水産業を持続的かつ成長する産業へ誘導するため、大きく舵を切った強い意志を象徴している。また、法改革のおもなポイントについても、内閣の決定をおおむね踏襲したものとなった。具体的には、次の内容が盛り込まれた。

- ・新たな資源管理システムについては、科学的根拠に基づき目標を設定し資源を維持回復させるため、水域の適切・有効な活用を図る観点から、資源管理は資源評価に基づき漁獲可能量（TAC）による管理を行い、資源を持続可能な水準に維持・回復させること、TAC管理は個別の漁獲割当（IQ）による管理を基本とすること
- ・農林水産大臣は資源管理の目標を定め、その目標の水準に資源を回復させるべく漁獲可能量を決定すること

また、生産性の向上に資する漁業許可制度への見直しについては、競争力を高め若者に魅力ある漁船漁業を実現する観点から、漁船の安全性、居住性等の向上に向け、船舶の規模に係る規制を見直す内容とした。さらに、養殖・沿岸漁業の発展に資する海面利用制度への見直しについては、既存の漁業権者に配慮しつつ、水域の適切・有効な活用を図る観点から、既存の漁業権者が漁場を適切かつ有効に活用している場合は、その者に免許する一方、既存の漁業権がないなどの場合は地域水産業の発展に最も寄与する者に免許（法定の優先順位は廃止）するなどの仕組みを盛り込むこととした。

なお、新たな漁業法は2年以内に施行される予定であり、その間、既存の許可・免許は維持される。

3 成長産業化実現に向けた今後の課題

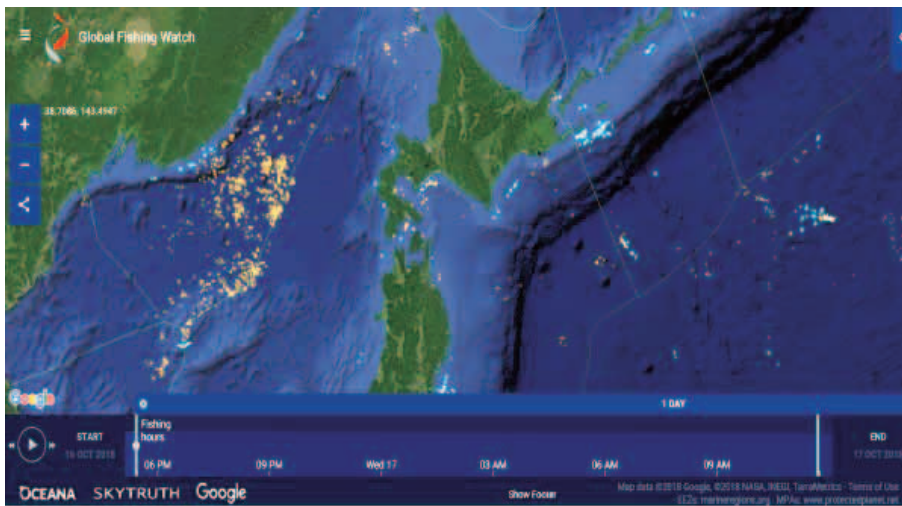
水産庁は、2019年度水産予算に関し、漁業法等の法律改正に向けた作業に先行するかたちで、水産改革を推進する新たな資源管理と水産業の成長産業化を支援するための大規模な予算要求作業に着手した。その結果、「新たな資源管理システムの構築」として、資源調査・評価の充実による資源管理の高度化に75億円、「水産改革による漁業の成長産業化に向けた重点的支援」として、沿岸漁業の競争力強化および増養殖対策に172億円の予算を確保したほか、総額でも前年度の水産庁当初予算額1,772億円に対し同2,167億円、これに補正予算（2018年度）の877億円を加えると全体として合計3,000億円を超える異例の大規模予算を獲得するに至った。

これによって、制度面および資金面から成長産業化のための改革のお膳立てが整ったが、問題は改革を「絵に描いた餅」に終わらせることなく、実際にわが国水産業の復活に結びつける取組みとすることが重要となる。政府による「農林水産業・地域の活力創造プラン」では、水産業の成長産業化の目標として、2022年までに魚介類生産量（食用）を449万トン（2005年度水準）に回復させる（2017年：383万ト

ン)とともに、2019年までに国産水産物輸出額を3,500億円に増額(2017年:2,749億円)、2022年までに魚介類消費量を29.5kg/人年(2010年度水準)に増加させる(2017年:24.4kg/人年)ことが求められた。

これら目標を達成するためには、言うまでもなくわが国漁業資源の適切な管理の実現が大前提である。今回の改革により、国内漁業に対する資源管理が充実する一方で、わが国周辺水域で操業する外国漁船への対応が不十分となれば、目標とする資源の回復を危うくし、成長産業化の実現に対し大きな脅威になりかねない。さらに、IUU漁業の問題もあり、これら外国漁船への対応の成否が目標達成への大きなネックとなることを十分に認識する必要がある。これらを踏まえ、今後、上記の水産業の成長産業化に向けた一連の対策とともに、地域漁業管理機関である北太平洋漁業委員会(NPFC)等における資源管理の充実に向けたわが国の国際交渉力を一層強化することが不可欠となる。さらに、IUU漁業については、衛星等を用いた監視および取締技術の開発を一層進展させる必要がある^(注54)。

注54
コラム07参照



黄色の点●：夜間の集魚灯の光で検知した漁船 青色の点●：AIS情報等から創業が確認された漁船

図3-3-5 衛星等を用いたIUU漁業の監視例

米国 Global Fishing Watch がインターネットを通じて一般公開する日本周辺での漁船の夜間操業に関する画像。各漁船の航跡を船名及び国籍とともに確認できる。

また、魚介類生産量とともに、同消費量を増加させるためには、まずは国内市場において、水産物のシェアを伸ばすための商品開発から販売に至る幅広い努力を展開することが重要となる。一方、国内の食品需要が事実上、飽和状態にある現状を考慮すれば、海外市場に目を向け、より魅力的な水産物を開発・提供することにより、需要の裾野を広げる取組みが重要性を増す。とりわけ、海外市場における成長産業化のための輸出商品として、これまで日本では生食しなかったサケを、日本向けに生で食べられるよう養殖したノルウェーサーモン等による事例のように、養殖水産物が成功のひとつの大きな鍵を握ることは容易に想像できる。(国研)水産研究・教育機構においても、現在、海外市場において他の先進漁業国と十分に競合できる養殖品種の開発・実用化等に向けた研究を鋭意進めているところである。具体的には、体色が赤いために中国で祝い用の高級魚として強い需要のあるハタ類のスジアラを、沖縄県の石垣島において、2016年に完全養殖化に成功した。今後は、これを有望な輸出商品として確立すべく、漁業協同組合等による事業運営主体への

コラム 07 人工衛星を用いた資源の国際管理

近年、わが国周辺水域における外国漁船の操業に関するニュースに接する機会が多くなった。最近では、2014年に沖縄県や小笠原諸島近海に200隻を超える中国漁船が集結し、サンゴ資源の集団的違法操業を展開した事例が記憶に新しい。その後も、2015年には北西太平洋公海域における台湾、中国を中心とした大型サンマ漁船による大規模な操業が、翌2016年には、同じく北西太平洋公海域における大規模かつ新たな漁法を用いた中国漁船等によるマサバ漁業の集団的操業が問題視された。さらに、2017年には、日本海の大和堆付近において北朝鮮のイカ釣り漁船による集団的違法操業が顕在化した。

これら外国漁船の操業に対し、水産庁は自らの取締船等を用いた実態把握に努めてきたほか、繰り返し外交ルートや日中漁業委員会、北太平洋漁業委員会(NPFC)等の場において、漁船の旗国への違法操業に対する抗議とともに、資源管理を念頭に置いた適正な操業秩序の確保を呼びかけてきた。しかしながら、違法操業に従事する漁船のなかには、そもそも北朝鮮のように外交関係を持たない国の漁船が含まれるほか、これら漁船の旗国政府が操業実態について正確に把握していない様子が見受けられ、資源管理にも消極的な態度を示すことが多かった。違法操業に対する監視手法としては、従来から、排他的経済水域(EEZ)や公海域において操業する漁船に対し、インマルサット等の人工衛星を利用したVMS(Vessel Monitoring System)が幅広く利用されてきた。しかしながら、問題の水域ではVMSの搭載・稼働が必ずしも確実に履行されていないなど、現状ではIUU(違法・無報告・無規制)漁業に従事する漁船の性質上、監視するための手法としては有効性を欠くのが実情である。

こうした状況に鑑み、(国研)水産研究・教育機構では、違法漁船の多くが集魚灯を用いた夜間の操業に従事していること、多くの船舶がAIS(自動船舶識別装置)を装備している実態に着目し、米国海洋大気庁が運用する極軌道衛星「スオミ NPP」が夜間に撮影した北西太平洋の画像データを手に入るとともに、人工衛星による水温情報、AISの情報を受信および総合的に解析した。その結果、これら漁船が漁獲物を水揚げするために遠隔地の港へ頻繁に寄港することなく、沖積船^注を利用することによって効率的に操業している実態を確認した。また、これら船舶の魚倉の容量等から漁業種類ごとの漁獲量を推定し、この海域におけるIUU漁業による漁獲量(2016年6月中旬～9月上

旬)が、中国漁船が正規に報告した年間漁獲量の最大約2倍に相当する15～28万トンに達することなどを推定した。

また、2017年6月には、漁業の透明性をとおして海洋の持続可能性を促進することを目的として、Google社の傘下に設立された国際的非営利団体である米国グローバル・フィッシング・ウォッチ(GFW)が設立された。GFWは、人工衛星、AIS、VMS等による最新の科学技術を駆使することにより、全世界的な漁業活動の可視化・追跡への取組みを開始した。そこで得られたリアルタイムに近い情報は、関係者が科学調査、海洋水産政策、漁業管理の適正化等のために利用することを可能とするため、インターネットを通じて一般公開される仕組みとなっている。公開される情報は、2012年1月1日から今日現在の3日前までの期間について、毎日30万隻以上におよぶ船舶のAIS情報等を解析することにより得られた約6万隻の商業漁船に関するものである。さらに、集魚灯などの灯火が用いられる夜間の操業については、「スオミ NPP」の画像データをもとに解析し、約85%におよぶAISやVMSによる追跡が不可能な漁船を含め、操業を行った漁船の位置がホームページの地図上に光点としてプロットされる仕組みとなっている。

(国研)水産研究・教育機構では、2018年9月3日にGFWおよび豪州ウーロンゴン大学の豪州国立海洋資源安全保障センターとの間において、IUU漁業解明についての研究協力に関する覚書を締結した。この研究協力によって、IUU漁業の実態解明と資源への影響評価を行い、結果を広く公開するとともに問題提起を行っていくこととしている。近々、その第一弾として、日本近海におけるIUU漁業に関するレポートが公表される予定となっている。

(宮原 正典)

注 洋上で漁獲物を回収し港へ運搬するとともに、漁船への燃料、少量補給を行う船。北太平洋では数千トンから1万トンの船を確認。

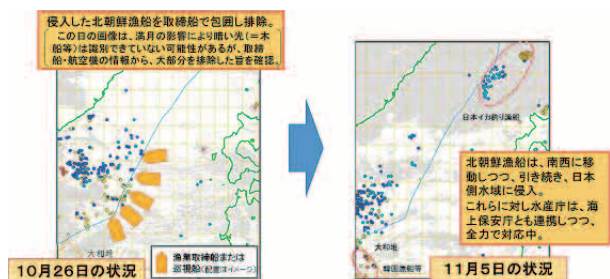


図 グローバル・フィッシング・ウォッチが公開した画像等をもとに水産庁が作成した2017年秋季の日本海・大和堆周辺における北朝鮮等の漁船の操業状況

種苗生産から親魚養成に至る技術指導に取り組むほか、実際に中国への輸出を念頭に置いたビジネスモデルの構築を目指している。見事な赤色を呈したスジアラは、中国においてキロ単価2万円前後で取引されていることから、収益性の高い輸出商品として大きな可能性を有すると考えられる。このほか、同機構では、近年、漁獲量が低下する一方で和食ブームとともに世界的な需要の増加が顕著なマダコの養殖実用化に向けた研究も進めており、現在、その効率的な種苗生産を可能とする技術開発に成功したところである。成長産業化への戦略上、こうした単価が高い魚種について、良質な日本産品として差別化していくための技術開発が、その成否において重要な意味を持つと考えられる。今後、官民連携による密度の濃い取組みの進展が期待される。

(宮原 正典)



図3-3-6 (国研)水産研究・教育機構がビジネスモデル構築に取り組むスジアラ養殖



図3-3-7 (国研)水産研究・教育機構が進めるマダコの種苗生産技術開発

2 港湾利用の新たな展開

1 わが国の港湾をとりまく情勢変化と課題

わが国では、1995年(平成7年)の阪神淡路大震災以降、神戸港に集約されていたアジア諸国のトランシップ貨物がアジア主要港へ流出したことなどを契機として、わが国のコンテナ港湾が激しい競争に晒されることとなった。そのため国土交通省港湾局によって、「選択と集中」の方針の下、2004年(平成16年)よりスーパー中枢港湾政策、さらには、北米・欧州基幹航路のわが国への寄港を維持・拡大し企業の立地環境を向上させるため、集貨・創貨・競争力強化を3本柱とする国際コンテナ戦略港湾政策が2010年(平成22年)より実施されてきた。

また、中国をはじめとするアジア近隣諸国の急激な経済発展は、資源、エネルギー、食糧等の世界的な獲得競争の激化をもたらした。それに伴い、輸送コスト削減のためバルク船^(注55)の大型化が進展し、2010年(平成22年)より国土交通省港湾局によって、国際バルク戦略港湾政策が実施されてきた。このなかで、穀物、石炭および鉄鉱石の品目ごとに拠点港が選定され、公共事業により大水深バルクターミナルが整

注55
ばら積み貨物船。梱包されていない穀物・鉱石・セメントなどのばら積み貨物を船倉に入れて輸送するために設計された貨物船。

備されることで、利用企業の合従連衡による共同調達・共同輸送の取組みが促進された。

一方、空間形成の面では、深刻な公害問題への対応が一段落した昭和60年代以降は、より質の高い臨海部空間を積極的に創造していくことが求められるようになった。たとえば、物流機能の沖合展開により生じた旧港地区や内港地区について、民間活力を導入した商業施設や緑地の整備により、親水空間を創出するウォーターフロント開発が全国的に進められた。また、臨海部空間に多様な産業を誘致して地域活力の向上を目指すとともに、阪神淡路大震災の教訓を踏まえ、耐震強化岸壁や緑地等から構成される臨海部防災拠点の整備が進められた。

近年では、状況はさらに変化してきており、コンテナ輸送については、急速なコンテナ船の大型化やコンテナ船社間のアライアンスの再編による基幹航路の寄港地の絞り込みが進んでいる。また、中国の「一帯一路」政策に代表されるように、アジア近隣諸国も戦略的に海外港へのネットワーク拡充を図ってきている。わが国としても世界の成長市場をつなぐ、スピーディで信頼性の高い輸送網を構築することが求められてきている。一方で、高度経済成長期に整備された港湾施設については老朽化対策が必要である点や、旅客輸送の面では、近年爆発的に増加してきているクルーズ船や旅客の受入れのための港湾整備や美しく快適で賑わいのある空間づくりが求められている。

2 中長期政策「PORT 2030」の策定とポイント

こうしたなか、国土交通省港湾局により、2030年ごろを目標時期とする港湾の中長期政策の策定が進められ、2016年（平成28年）4月より交通政策審議会港湾分科会において議論が行われ、約2年3か月の議論を経て、2018年（平成30年）7月に「港湾の中長期政策『PORT 2030』」としてとりまとめられた。本中長期政策では、情勢変化や課題を踏まえ、2030年ごろのわが国港湾が果たすべき役割として、ネットワーク形成と空間創造について「1. 列島を世界につなぎ、開く港湾【Connected Port】」と「2. 新たな価値を創造する空間【Premium Port】」を掲げるとともに、近年、目を見張る速度で進化を遂げる革新的技術を最大限に活用し、物理空間だけでなく情報空間も合わせてつなぎ、第4次産業革命を先導するプラットフォームを構築する「3. 第4次産業革命を先導するプラットフォーム【Smart Port】」という3つの役割が掲げられた。

これらに基づき、本中長期政策では、2030年ごろに港湾に求められる機能とそれを実現するための具体的施策が以下の8つの柱にまとめられた。

① グローバルバリューチェーンを支える海上輸送網の構築

わが国産業の国際競争力を向上させるため、成長著しい東南アジア地域等へのシャトル航路を戦略的に重要な航路と位置づけ、国内主要港からの直航サービスを強化するためのハード・ソフト施策を展開する。また、背後地においては、新たな価値を創造し、外貨を稼ぎ、雇用の創出を促すため、高度な流通加工・検疫・発送、再生部品の輸出、越境修繕サービス等新たな付加価値を提供する機能を有するロジスティクスハブを形成し、アジア等からの貨物の集貨を目指す。さらに、農林水産物等の輸出を強化するため、小ロット貨物について複数企業による共同調達・共同輸送を促進する。加えて、アジア地域を中心に国際フェリー・RORO^(注56)やコンテ

注56
RO-RO 船（ローローせん）。
フェリーのようにランプを備え、トレーラーなどの車両を収納する車両甲板を持つ貨物船。

ナショナル航路を強化のための施設や環境整備を進め、多様な速度帯からなる重層的な航路網形成を目指すこととしている。



図3-3-8 国内主要港からの外貿直航サービスの強化と重層的な航路網の形成

② 持続可能で新たな価値を創造する国内物流体系の構築

内航フェリー・RORO航路については、国と、改革に意欲的な運航事業者、港湾管理者等が協力し、船舶および港湾の双方の設備や運営体制を検討するための「ユニットロード生産性革命協議会（仮称）」を設置し、輸送生産性の向上や災害時等の機動的な対応が可能になるよう、岸壁の規格統一化・標準化のための体制構築を目指す。また、国際コンテナ戦略港湾への集貨等を促進するため、ふ頭再編によって国際コンテナターミナルと内貿ユニットロードターミナルの近接化を図り、港湾と背後の道路等とシームレスな接続、船舶大型化に対応した岸壁整備・改良を推進する。加えて、海上輸送の安全性・効率性向上を図るため、AI（人工知能）等を活用した船舶自動運航・航行支援技術の導入促進を図るとともに、高規格の荷役機械、自動運航船舶と連携した自動離着岸システム、決済を効率化するシステム等を実装した「次世代高規格ユニットロードターミナル」を展開する。さらに、情報通信技術（ICT）の活用によるトラック・シャーシ位置のリアルタイム把握やリーファーコンテナ温度モニタリングシステム等の導入により、輸送の効率化と品質管理の向上を図ることとしている。



図3-3-9 次世代高規格ユニットロードターミナル

③ 列島のクルーズアイランド化

わが国発着クルーズを拡大し、「北東アジアのクルーズハブ」を形成すべく、官民連携による国際クルーズ拠点の形成やフライ&クルーズの促進等に取り組んでい

く。特に、外国人クルーズ旅行客のリピーター化を促すため、ターミナルビル等において無料無線 LAN 整備、案内の多言語化等に対応し、利用者の利便性も向上を図る。また、日本人クルーズ旅行客の増加を図るため、近年、高質化が進む国内・国際フェリーとの連携を図っていく。さらに、鉄道・航空等とのシームレスな接続・連携を図り、島嶼部等も含めた広域周遊ルートの形成を目指すこととしている。

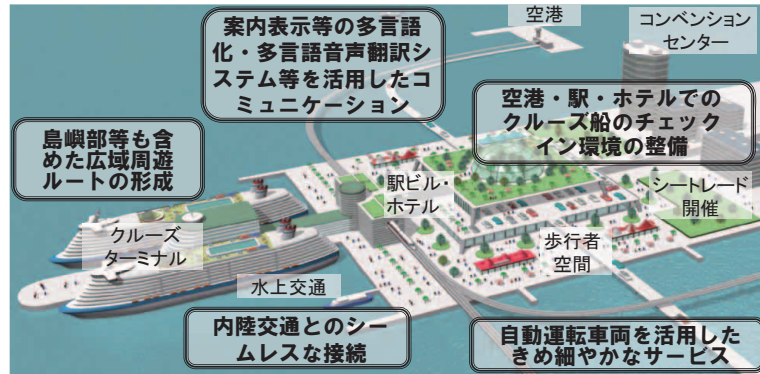


図3-3-10 外国人クルーズ客を迎え入れる港湾空間

④ ブランド価値を生む空間形成

近年、物流・産業機能が沖合展開していくなかで、物流機能移転後の内港地区等の有効活用が求められている。このため、民間資金も活用した新たな手法による港湾の再開発を促進し、活性化を図る。そして「みなと」に賑わいを呼び込み、外国人旅行者・市民の交流の場を提供するため、文化・歴史、ビーチスポーツ体験・景観・自然環境・魚食、工場夜景・水辺のライトアップを活用したナイトタイムエコノミーなど、さまざまな観光資源を発掘し磨き上げ、魅力的なコンテンツ作りを促進していくこととしている。



図3-3-11 空間再編等による賑わい拠点の形成

⑤ 新たな資源エネルギーの受入・供給等の拠点形成

臨海部の石油関連産業や、地域経済を支える基礎素材産業の競争力を強化するため、他省庁等とも連携し、輸送インフラの更新・改良・強靱化を促進する。たとえば、石油関連産業において事業集約等により発生した空き地の有効活用の面から、LNG や水素など臨海部と親和性のあるエネルギー産業の誘致などを促進する。また、石炭など従来から力を入れてきた資源の輸送について、船舶の大型化や調達先の多様化に対応するとともに、ICT を活用した企業間共同輸送を促進する。さらに、わが国の資源エネルギー等の安定的・安価な供給や海洋権益の保全を図るため、洋

上風力発電や水素供給、バイオマス燃料供給等の拠点確保を通じて、資源エネルギーの多様化へ貢献していくこととしている。



図3-3-12 企業間の共同輸送の促進を通じた基礎素材産業の競争力強化等

⑥ 港湾・物流活動のグリーン化

地球環境問題に対応するため、洋上風力発電の導入や、船舶・荷役機械・トレーラー等の輸送機械の低炭素化、陸上給電設備の導入等の「CO₂排出源対策」を行うとともに、鉄鋼スラグ等の産業副産物を有効利用した藻場等のブルーカーボン生態系^(注57)の活用等による「CO₂吸収源対策」を促進し、世界に先駆けた「カーボンフリーポート」の実現を目指す。また、LNGバンカリング拠点を形成することにより環境に優しい港湾を目指す。さらに、港内や航路の航行環境・安全を保持するため、現在主要港で導入が進んでいる環境配慮型の船舶の寄港を促進する優遇策の展開や、航路の拡幅、緊急時の避泊場所の確保等を行うこととしている。

注57
コラム05参照



図3-3-13 「カーボンフリーポート」の実現

⑦ 情報通信技術を活用した港湾のスマート化・強靱化

港湾・貿易手続をはじめ、港湾に関するさまざまな情報を電子的に接続し、連携させる「港湾関連データ連携基盤」を構築する。この基盤上で、すべての港湾情報や貿易手続を電子的に取り扱うことを標準とする環境「港湾の完全電子化」を形成し、この基盤と海外港湾や異業種の情報プラットフォームを接続することにより、貨物情報や観光情報等と連携を図り、利便性・生産性を最大限まで高める「Cyber Port (サイバーポート)」を実現する。これにより、国際貿易、観光振興、港湾施設利活用、臨海部防災その他多様な分野で、港湾情報を核とした新たな情報活用ビジネス・サービスを創出することを目指す。

また、ターミナルの生産性向上や労働環境改善の観点では、AI、IoT、自動化技術を組み合わせ、コンテナ蔵置計画の最適化や貨物の搬入・搬出の迅速化等を図り、

注58
コンテナヤード (CY) への
貨物 (コンテナ) 搬入の締め
切りの日時。

世界最高水準の生産性を有する「AI ターミナル」の形成を目指すこととしている。そして、将来的には、上述の基盤から得られる情報を最大限活用しつつ、コンテナの搬入搬出手続やCYカット^(注58)等に係る所要時間がほぼゼロとなるよう、「AI ターミナル」のアルティメットモデル (究極型) を実現し、ゆくゆくは、その技術とインフラ整備をパッケージ化し、海外港湾へ積極的に輸出することを目標としている。

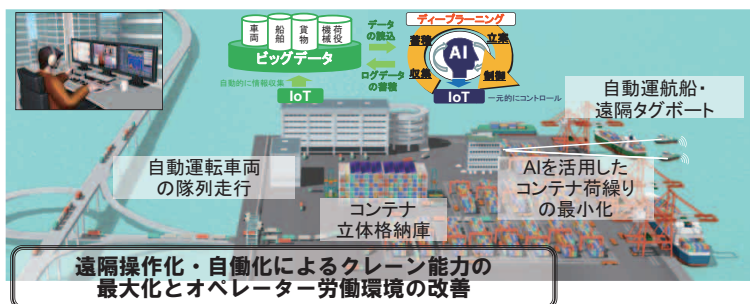


図3-3-14 「AI ターミナル」の実現

一方、今後懸念される、大規模・広域的な災害に対し、早期復旧・復興を支援するため、岸壁や臨港道路等の耐震化等を進める。また、災害発生直後の緊急物資輸送に迅速に対応するため、津波警報等により現場に人が近づけない場所であっても、高度なセンシング技術やドローン等を活用し、早期に被災状況を把握する体制を構築し、迅速に復旧・復興活動に移る体制を整える。さらに、海上からの支援受入や広域的な代替輸送が機動的に行えるよう、情報を統合・分析し、被災状況やインフラの利用可否、代替ルート情報等を迅速に提供できるシステムを構築する。「平成30年7月豪雨」や「平成30年北海道胆振東部地震 (9月)」発生後、離島や陸路が寸断され孤立した沿岸地域等において、海上ルートによる緊急物資輸送、市民移動支援、給水・入浴・洗濯その他生活支援等において港湾業務艇が活躍した。このため、平常時から、地方港湾も含め港湾施設やその利用状況を把握し、災害時に円滑に輸送支援を実施できるよう事前に関係者との協力関係を強化するとともに、生活支援の一部を担うことも想定し、港湾業務艇について必要な性能等を確保していくこととしている。



図3-3-15 IoT等を活用した被災状況の「見える化」による港湾機能の早期復旧

⑧ 港湾建設・維持管理技術の変革と海外展開

港湾建設における生産性・安全性の向上と将来の労働力不足に対応するため、調査・測量等の建設生産プロセス全体で三次元データを使用するCIM^(注59)を積極的に推進する。マルチビーム・水中ソナー・AR (拡張現実) 等の先進技術や、IoT・ロボットを活用したモニタリング等の点検業務の効率化を進めるなど、維持管理業務

注59
CIM (Construction Information Modeling / Management) とは、建設生産プロセスに三次元モデルを導入し、情報を活用することで、受発注者双方の業務効率化・高度化を図るしくみ。

における生産性の向上を推進し、「i-Construction」の取組みをさらに深化させていく。また、プロセス全体の3D化を進め、インフラの点検・管理の効率化や、たとえば、ARを活用して若手技術者への熟練技術の継承を支援するための体制構築を進めていく。

さらに、新技術の現場への適用を推進するため、国による港湾技術パイロット事業等を通じ、その成果を港湾管理者・民間事業者と共有するためのガイドライン等を作成する。あわせて、港湾関連事業者の海外展開を支援するため、技術基準等の国際標準化を進め、ICT等を活用したわが国の先進的な港湾の建設・維持管理・運営技術をパッケージ化し、輸出していくこととしている。

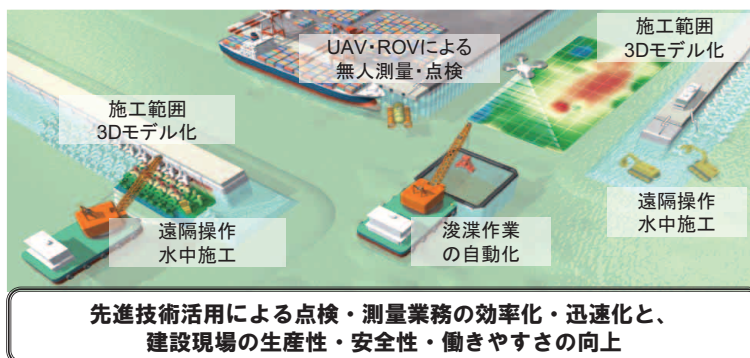


図3-3-16 港湾における i-Construction の推進

3 港湾のこれからの展望

近年では、「みなと」を核としたまちづくりを促進する観点から、みなとオアシス^(注60)の登録が進んできている。みなとオアシスでは、たとえば、クルーズ船寄港時の歓迎行事や地域のお祭り、農水産物の販売が行われている。また、地元食材で作られた“Sea”の要素を含むグルメが全国各地から集まる「Sea 級グルメ全国大会」が毎年開催されている。一方、クルーズ船旅客の受入の観点では、地域住民による案内やふ頭用地で地元物産品の販売が行われるなど、観光振興を通じた地域の活性化が進んでいる。さらに、今後は臨海部空間の再編や新たな物流産業の立地を促進するための取組みや、近年急速な進化を遂げる情報化技術を港湾の運営や建設・維持管理に活用していくことも求められてきている。

港湾は多様な産業活動・国民生活を支える重要な物流・生産基盤と同時に、人びとが集う交流拠点でもある。将来にわたり、港湾が、わが国経済・社会の発展の原動力として役割を果たすためにも、国土交通省港湾局により、約20年ぶりに策定された「港湾の中長期政策『PORT 2030』」に基づき、各施策が実施されることが期待される。

(坂井 啓一)

注60
港湾周辺に立地する施設のうち、住民参加による地域振興の取組みが継続的に行われるものとして、国土交通省港湾局長が登録したもの。

コラム 08 ホテルシップの活用に向けて

ホテルシップとは？

ホテルシップとは、クルーズ船などの船舶を港湾に一定期間停泊させてホテルとして活用するものである。

クルーズ船は、陸上のホテルと変わらない宿泊部屋、バー、ラウンジなどに加え、劇場などのアミューズメント施設を備えており、快適な滞在空間が提供されているため、ホテルとして活用するには最適な船舶である。

そのため、ホテルシップ自体は国際的に珍しいものではなく、代表的な活用事例として、過去のオリンピックがあげられる。近年では、ロンドン、ソチ、リオの各オリンピック開催時にも活用されている。

また、国内では、東京オリンピック（1964年）や、横浜博覧会（1989年）でホテルシップの実績がある。しかし、当時の各種国内法の適用に関する整理が後世に残されなかったこと、また、当時から約30年以上が経過しているため法規制自体に変化が生じていることから、ホテルシップにおける国内法適用と運用の整理が必要となっていた。

国土交通省の取組み

2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会時には、多数の選手・大会関係者や観客が首都圏を訪れることが見込まれている。過去のオリンピックにおいても実施された事例があるように、このような一時的な宿泊需要増大への対応の選択肢のひとつとして、ホテルシップは有効な手段になると考えられる。

そのため、国土交通省港湾局では、2017年6月、内閣官房と共同で、関係行政機関、関係地方公共団体、船社などからなる「クルーズ船のホテルとしての活用に関する分科会」を設置し、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会後の大規模イベント開催時における活用も見据えつつ、制度面を中心とした検討を行った。

2018年3月の分科会においては、ホテルシップを行う場合の旅業法や出入国管理及び難民認定法等の規制の運用についての整理を行い、関係行政機関により必要な制度改正等を行うことが確認された。

現在、国土交通省港湾局では、関係行政機関と連携し、クルーズ船をホテルとして活用するために必要となる基礎的な確認事項をガイドラインとしてとりまとめるなど、ホテルシップの利用に向けた環境整備に取り組んでいるところである。

東京オリンピック開催期間中の実施について

「クルーズ船のホテルとしての活用に関する分科会」

での検討を踏まえ、2018年6月(株)JTBが、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の期間中（2020年7月23日から8月9日まで）に、横浜港の山下ふ頭でプリンセス・クルーズ社の「サン・プリンセス」（総トン数約77,000トン、1,011客室）でホテルシップを実施することを発表した。

横浜市は、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会では野球とソフトボール、サッカーの会場となっており、横浜港は多くのクルーズ船を受け入れている実績があることがホテルシップの実施場所として選ばれた一因となっている。

なお、横浜市とJTBは、ホテルシップの実施に併せて、係留する山下ふ頭周辺で、ホテルシップ利用者だけでなく横浜市民にもオリンピックの熱気や活気を体感できる賑わい空間の創出を計画している。

競技大会のレガシーとしてのホテルシップ

これまでも全国各地域では、大規模なイベントを開催する際の宿泊施設の確保が課題となっていた。そのようななか、クルーズ船のホテルとしての活用は、宿泊施設の確保はもちろん、船内に劇場や会議室を有していることから、会議、研修や招待旅行などMICE（マイス）^{注1}にも適しており、エンタテインメント付きのユニークベニュー^{注2}としてさまざまな可能性が見込まれる。

ホテルシップには、さまざまな国内法令に基づく手続きが必要となるが、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会でのホテルシップ実施から得られるさまざまな知見を整理し、ガイドラインの内容を充実させていくことで、競技大会の有益な遺産（レガシー）として、今後のさまざまなイベントでクルーズ船が容易に活用できるようになることが期待されている。

（中原 直生）

注1 マイス：ビジネストラベルの一形態

注2 特別な場所で開催することによる付加価値を演出すること



サン・プリンセス

総トン数：77,441トン 全長：261.31m 客室数：1,011室
乗客定員：2,022人

（写真提供：プリンセス・クルーズ）