

第 1 章 海事生産性革命
～i-Shipping と j-Ocean～

第 1 節 i-Shipping と j-Ocean の目指すもの

(1) 海事生産性革命 ～i-Shipping と j-Ocean～

国土交通省では、2016 年を「生産性革命元年」と位置づけ、関連産業の生産性向上や新市場の開拓を支える取組みを加速化する 20 のプロジェクトを選定した。海事局は、船舶の開発・建造から運航に至る全てのフェーズで ICT（情報通信技術）を取り入れ、造船業の生産性向上と燃料無駄遣い解消・故障ゼロの運航を目指す取組である「i-Shipping」と、海洋開発市場の成長を我が国海事産業が獲得することを旨とする取組である「j-Ocean」の 2 つのプロジェクトからなる「海事生産性革命」を生産性革命プロジェクトに位置づけ、強力に推進しているところである。

図表 I-1-1 海事生産性革命の概要



2つのプロジェクトからなる「海事生産性革命」を省の生産性革命プロジェクトに位置づけ、強力に推進

(2) 「i-Shipping」の目指すもの

国土交通省では、「i-Shipping」を推進するにあたり、船舶の開発・設計、建造、運航の全てのフェーズにおいて抜本的な生産性向上を図り、我が国造船業の国際競争力を強化するため、

- ①新船型開発をスピードアップさせ、「性能で勝つ」こと、
- ②生産の自動化を進めるとともに工場見える化で現場のムリ・ムラ・ムダを発見して徹底的に排除し、「コストで勝つ」こと、
- ③顧客（海運）にとって船の生涯にわたる高付加価値を追求し、運航の効率性や不稼働を防ぐ優れた保守サービスも含め「総合的な魅力で勝つ」こと、

に取り組み、2025 年の世界建造シェア 3 割を獲得することを目標として掲げている。また、①～③を達成するための基盤として、優秀な人材を確保し、効率的に育成することも必須である。

さらに、運航に関する幅広い判断・操作を船舶自ら行うこと等を可能とする自動運航船（「Auto-Shipping」）の実現に向けて、技術開発と国際基準等の策定主導を両輪とした取組を開始することも必要である。

これらの取組を産学官連携して迅速に実施し、受注を伸ばし、設備・技術・人材・財務等の全ての面で産業基盤を強化、経営規模を拡大していけば、世界の三大造船国としての地位を確固たるものにすることができると考えられる。

(3) 「j-Ocean」の目指すもの

「j-Ocean」は、海洋開発市場の獲得を目指した取組みであり、「j」に込めた以下の 3 つの方向性に沿って取り組むこととしている。

～「j-Ocean」が目指す 3 つの「j」～

- ①Japan—日本の技術力で日本の企業が海洋開発分野で活躍し、日本の成長と資源確保に貢献していくこと。
- ②Joint—海洋開発分野への進出に向けて、海運、造船等の海事産業のみならず、関係省庁や研究機関なども含め、産学官公が連携して取り組みを進めていくこと。
- ③J-Curve—世界の海洋開発市場が現在の停滞を脱して、中長期的に J を描くように回復することに伴い、我が国も「J」を描くように今後この市場を獲得していくこと。

2017 年は、これら「海事生産性革命」の「前進の年」として、これらの施策をより一層推進し、強い産業、高い成長、豊かな地方、すなわち、海事産業の国際競争力を強化し、これまで以上の成長を促し、地方が豊かになることを目指していく。

第 2 節 「i-Shipping」による造船の輸出拡大と地方創生

(1) 日本造船業の今までの動向

日本造船業は 1956 年以降、ほぼ半世紀にわたり新造船建造量シェア世界 1 位を維持し、ピーク時には 50% のシェアを有していた。世界の現存船の約 3 割は日本製であり、我が国は安全で高性能・高品質な船舶を供給することにより、海上輸送の効率化、安全性向上、環境負荷低減に貢献してきた。また、日本造船業は我が国において、地域に根差した産業として地方の経済成長と雇用を支えとともに、主要な輸出産業として我が国の GDP 向上や貿易収支の改善に寄与してきた。

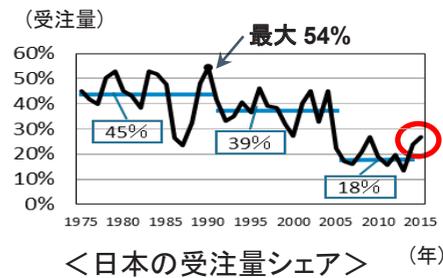
しかし、オイルショックの後、世界の造船業は不況に陥り、日本造船業は二度の設備削減を行って需給バランス回復に努めた。一方、1980 年代からは韓国が、90 年代からは中国も、新規の造船施設を次々に建設し、稼働させ建造量を急速に伸ばしていった。日本も、既存の造船施設の生産性を向上させることにより建造量の絶対値は伸びたものの、世界シェアは徐々に低下し、現在は約 2 割、韓国、中国に次いで 3 位となっている。また、三菱重工業(株)は今治造船(株)、(株)名村造船所、(株)大島造船所と提携し、川崎重工業(株)は国内工場を集約して商船建造の軸足を中国に移すなど、日本の造船業を牽引してきた企業も構造改革を行っている。

このような現状において、日本が長期にわたって一流の造船国であることを確保するためには、受注を獲得し、産業基盤を強化し、経営規模を拡大していくための総合的対策を講じる必要がある。

(2) 日本造船業の強みと好機

日本造船業の「強み」として、生産効率(従業員一人当たりの建造量)が韓国より高く、中国を大きく引き離していることがある。また、国際的な環境基準策定と連動して開発してきた省エネ技術についても世界一である。これらの強みは、2015 年には 27% まで受注シェアを回復した原動力となった。

また、近年、情報技術の発展により、新しい価値・サービスを提供する IoT/ビッグデータ時代を迎えており、これは外部環境の変化による「好機」である。こうした情報技術を船舶、船用機器に活用することにより、建造後 25 年から 30 年の長期間にわたる船舶の運航フェーズにおいて、サービス面のイノベーションをもたらすことが可能である。さらに、造船企業の工場や関連事業者も含めたクラスターにおいてビッグデータを活用することで、設計や資材発注を含めた建造フェーズにおける生産効率の抜本的な改善につながる。



以上のように、日本造船業の「強み」を活かし、時代の流れによる「好機」を取り込むためには、製品やサービスの魅力向上、設計、生産、運航の全てのフェーズにおける抜本的な生産効率の向上、海洋開発等の新分野への進出、中長期的な人材育成を一体的に推進する生産性革命が必要である。

(3) 政府全体の目標への貢献

現在、日本政府は、「輸出拡大」、「地方創生」を重要施策として位置づけ、同時に IoT/ビッグデータ等がもたらす産業構造の変革について、日本として世界の動きに後れを取ることのないよう、IT を活用した産業競争力の強化に取組む方針である。

船舶にはエンジンや航海機器等多数の機器が搭載されており、運航中の膨大なデータを取得・活用することにより、製品や運航・保守サービスにおけるイノベーションを起こすことが可能である。さらに、造船所内でも、IoT/ビッグデータの活用により、生産管理を高度化してコスト競争力を高めることが可能である。このように、造船産業を含む海事産業は IoT/ビッグデータの活用による付加価値上昇の余地が大きい産業である。

このため、情報技術を活用した海事産業のイノベーションの推進と造船業の生産性革命「i-Shipping」を通じて国際競争力を一層強化することにより、世界経済の成長を国内の経済活動に取り込み、政府が重要課題として目指す「輸出拡大」、「地方創生」の実現に貢献することができる。

図表 I-1-2 「i-Shipping」による造船の輸出拡大と地方創生

造船業の現状と課題

1956年に世界一、シェアは最大50%。2000年に韓国に抜かれるまで1位。世界の海運に、安全で高品質の船舶を提供

近年は中韓が台頭し、建造量は3位に(シェア20%)

しかし、勝機は失っていない

競合国(中韓)低迷の中で日本シェア拡大中

【競争力確保に向けた課題】

- 生産性でリードするが(日本100に対し韓84、中17)、コスト優位性は不十分
- 日本優位である船の省エネ性能は、模倣され、差が縮まってきた

世界の海上貿易の非効率性

日本建造船は韓中に比較して燃費良、CO₂排出低、故障少

✓ 1隻当たり年間燃料費(大型タンカーの場合)

中国製: 16.4億円
日本製: 13.1億円

約3.3億円の差
(25年使用だと80億円以上、船価と同規模)
(運航事業費全体の10%のムダ)
→全世界で7千億円のロス

✓ 機関故障による不稼働
一度起これば約2億円※の損失
※ 1日あたりの運賃9.4百万円で20日間不稼働を想定

課題を克服し、国際競争に勝つ

このムダを解消する

生産性革命を推進

・先進的な情報技術を活用し、設計、生産、運航の全てのフェーズで

新船型開発をスピードアップ

性能で勝つ

生産の自動化、3D図面の活用

コストで勝つ

「工場見える化」で現場のムリ・ムダ・ムラを発見、徹底排除

顧客(海運)にとって生涯の高付加価値を追求

サービス含めた魅力で勝つ

「造船ニッポン」復活

【現状】 建造シェア20% 売上 2.4兆円

【造船産業の特徴】

- 地方で生産(94%)
- 国内部品調達率91%
- 就労者数12.5万人

【2025年】 建造シェア30% 売上 6兆円※

- 輸出拡大、GDP600兆円に直接貢献
- 雇用を一万人拡大
- ローカルアベノミクスを支える

※3 船価がリーマンショック前と現在の差の半分まで回復する想定

第 3 節 「i-Shipping」を推進する取組

国土交通省では、交通政策審議会海事分科会海事イノベーション部会による答申「海事産業の生産性革命（i-Shipping）による造船の輸出拡大と地方創生のために推進すべき取組について」に基づき、「i-Shipping」を推進するため、以下の取組を行っている。

①開発・設計段階（design）

流れの数値シミュレーションを高度化して、新船型開発に必須の水槽試験の代替を可能とすることや、水槽試験能力の増強等を図ることで、日本建造船の省エネ性能等の優位性維持と開発期間の半減を実現する。

2016 年度より、大学・研究所の有識者の他、造船業界・船用工業界等の関連業界からも十数社が参画する「i-Shipping（design）推進のための CFD*高度化検討委員会」を立ち上げ、検討を進めている。

※CFD（Computational Fluid Dynamics 数値流体力学）：計算機上で船体の周囲の流れを再現し、水槽試験を用いずに船体の抵抗等を算出する手法。

②建造段階（production）

3D 設計データと連動した加工自動化等の造船現場における IoT やビッグデータ等の情報技術を活用した革新的な生産技術の開発支援や、中小事業者における生産性向上に資する設備投資への支援等を実施し、品質の向上と現場生産性の向上を目指す。

2016 年度より生産技術の開発支援を行っている（図表 I-1-3 参照）。2017 年度も引き続き生産技術の開発支援を行うとともに、設備投資支援等の制度*の活用を促進を図ることとしている。

※中小企業等経営強化法に基づく税制措置・金融支援

③運航段階（operation）

海上ブロードバンド通信の進展を背景に、船舶・船用機器のインターネット化（IoT）やビッグデータ解析等を活用し、船舶の安全性向上を実現する先進的な船舶・船用機器やシステムの研究開発から導入までを促進する。

2017 年度は、2016 年度に採択した 7 件に加えて新たに 1 件採択し、航海データや気象情報を分析し最適な航路選定による経済的な運航を可能とするシステムの開発など 8 件の事業（図表 I-1-4 参照）に対して、技術研究開発費の補助を実施する。

また、先進的な技術を活用する船舶の研究開発、製造、導入、普及を促進する「先進船舶導入等計画認定制度」の創設（コラム参照）等を内容とする「海上運送法及び

船員法の一部を改正する法律」が平成 29 年 4 月に成立した。

今後は、以上のような研究開発に対する支援、先進船舶導入等計画の認定制度の創設等、予算面及び制度面における支援により、我が国が誇る世界最先端の技術力を引き続き維持・向上させ、我が国造船業の国際競争力を一層強化していく。

図表 I-1-3 i-Shipping Production 技術開発例

3次元設計情報共有基盤
開発実施者：(公社)日本船舶海洋工学会
多様な設計ツールで作成される船舶の各部3D設計情報を統合し、塗装等の最適作業計画を作成するシステムにより、工程を効率化

AI機能による溶接ロボット4台連携システム
開発実施者：今治造船(株)
船体構造の膨大な平板部材の組立接合において、3D設計情報を基に、複数台で連携して作業手順や配分を判断しながら自動溶接をするロボットにより、溶接の生産性及び生産量を向上

造船工程でのヒトのモニタリング・管理技術
開発実施者：ジャパンマリンユナイテッド(株)
IoTにより、作業員の動きを把握(ヒトの「見える化」)し、「無駄」や「無理」を排除。

造船現場でのモノの見える化による構築工程効率化技術
開発実施者：三菱重工船舶海洋(株)
IT技術等を活用して最適な部材管理(モノの「見える化」)を行い、造船工程を効率化。

※写真・図はいずれもイメージ

図表 I-1-4 i-Shipping Operation 技術開発例

動揺・操船シミュレータによる運航支援
最適航路選定支援
操船の支援
気象観測の自動化

船用機器・システムの予防保全
機関プラントの事故防止
甲板機械の予防保全

LNG船の安全運航
船体モニタリングによる安全設計
船体構造モニタリング

船内環境見える化

Column

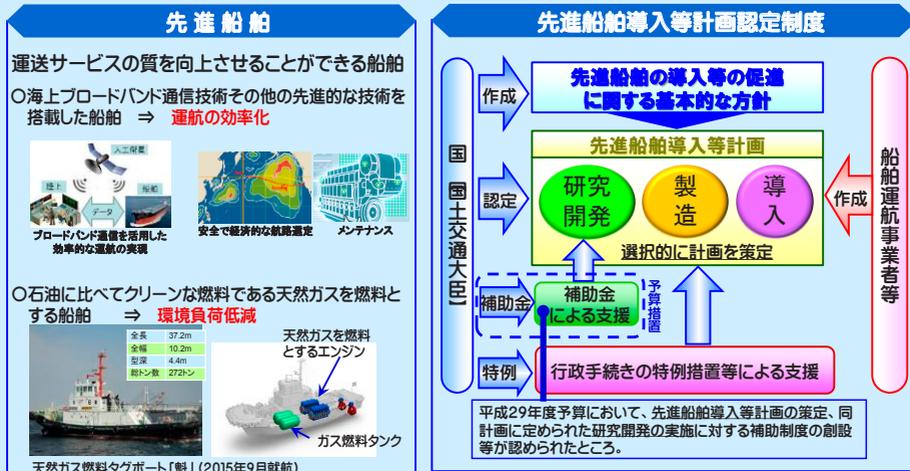
先進船舶導入等計画認定制度の創設



国土交通省生産性革命プロジェクトの一つである海事生産性革命を強力に推進するため、「先進船舶」の導入等を促進する制度として法制化しました。

「先進船舶」とは、具体的には、「液化天然ガスを燃料とする船舶（一般的な船舶で燃料として使用されている重油と比べて環境負荷が低い天然ガス燃料船）」、航海データや気象情報を分析し、最適な航路選定による経済的な運航が可能となる「IoT活用船」等を想定しています。将来的には、航行時に温室効果ガス等を排出しない、ゼロエミッションを実現する「燃料電池船」や、IoT活用船がさらに発展し、船舶の中で行われている操作を船舶が一部代替して行う「自動運航船」等が想定されます。

先進船舶の導入に当たって、我が国の船舶運航事業者のみの努力に加え、ガス事業者、電気通信事業者等との連携が必要であること、天然ガスを船舶へ供給する拠点や陸上の通信施設や管制施設等の整備が必要となること等を踏まえ、国が「先進船舶の導入等の促進に関する基本的な方針」を定め、ビジョンや多様な関係者の役割を示すこととしています。船舶運航事業者等は国が定めた基本方針に基づき、先進船舶導入等計画を策定し、国の認定を受けることによって、研究開発に対する補助金による支援、行政手続きの特例措置等による支援が受けられることとなります。



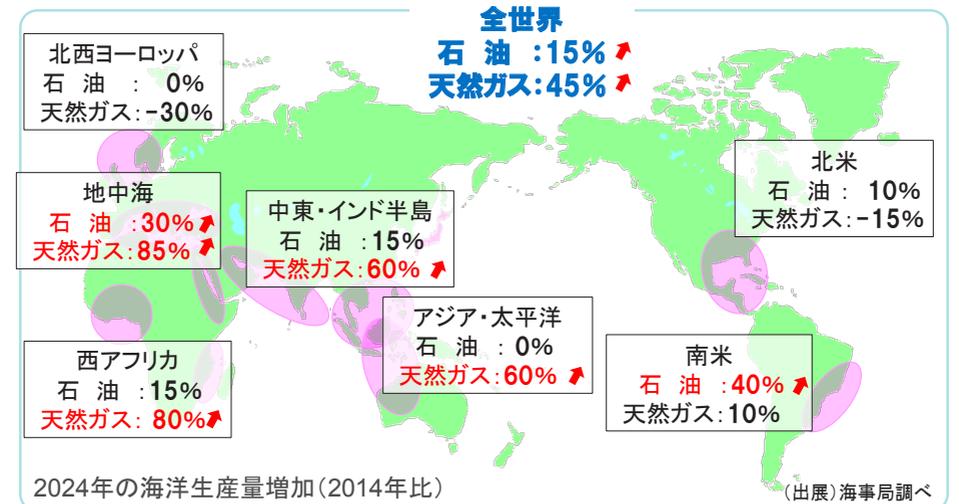
第4節 海洋開発市場を掴みとる「j-Ocean」

新興国や発展途上国の人口増加や経済発展などにより世界におけるエネルギー需要は高まり続けると予測され、これに伴い、海洋からの石油・天然ガスの生産も中長期的には増加すると見込まれている。2014年後半からの原油価格の下落等を理由として、現在、一部プロジェクトが後ろ倒しされているが、この石油・天然ガスの生産増加に伴い、海洋資源開発プロジェクトも中長期的には拡大することが予測される。これら海洋開発分野には、多くの船舶が用いられ（コラム「海洋開発に用いられる船舶」参照）、一隻あたりの受注金額も大きいことから、我が国の海事産業（海運業、造船業等）にとって重要な市場と考えられるが、国内に海洋資源開発のフィールドが存在しないため、現状、我が国では産業として未成熟と言わざるを得ない。

このため、海洋開発分野の施設等の設計、建造から操業に至るまでの幅広い分野で我が国海事産業の技術力等の向上を図り、もって海洋開発市場の獲得を目指す「j-Ocean」を国土交通省生産性革命プロジェクトの一つに位置づけ、強力に推進していくこととしている。

2017年は、「j-Ocean」の一環として、引き続き海洋開発分野の人材育成システムの構築を図るとともに、技術力の着実な向上に向けて技術開発支援を行っている。また、海洋資源開発で用いられる設備の設計から操業に至るまで幅広い技術ニーズを把握するエンジニアリング企業との連携に向けた取り組みを進めることとしている。

図表 I-1-5 海洋からの石油・天然ガス生産の伸び（地域別）



第 5 節 「j-Ocean」を推進する取組

(1) 海洋資源開発関連技術の開発支援

昨今の海洋からの石油・天然ガス開発のフィールドは、大水深化が進展している。また、海洋からの天然ガスの生産において、浮体式液化天然ガス生産貯蔵積出設備^{※1} (Floating LNG:FLNG) の導入が見込まれるなど、新たな技術が求められている。

このため、我が国の海事産業が海洋開発市場を獲得していくためには、商船分野で培った高い技術を活かしつつ、さらなる技術力の向上を図る必要がある。そこで、国土交通省は、2013 年度から海洋資源開発に関する技術開発を支援している。これまで、船体設計、大出力発電機、LNG 貯蔵技術等に関する合計 19 件の技術開発が進められてきたが、その一部は既に開発を終了しており、製品化が着実に進められている。2017 年度は現在の支援制度の最終年に当たるところ、引き続き支援を行い、我が国海事産業の海洋分野への展開を後押ししていくこととしている。

※1 洋上で海底ガス田から産出した天然ガスを体積が小さく運搬に適した LNG へと冷却・液化し、貯蔵し、LNG タンカーへ積出を行う設備を備えた浮体式施設

図表 I-1-6 支援事業一覧

- オフショア向け船用推進技術
 - 推進機器のシステム化技術 川崎重工業㈱
 - 大出力、高電圧発電システム ダイハツディーゼル㈱
 - 電気推進システム 新潟原動機㈱、㈱第一エレクトロニクス
 - ガス混焼エンジン ダイハツディーゼル㈱
- オフショア向け通信技術
 - 新たな衛星通信装置 提供: 日本無線(株)
 - 日本無線㈱
 - 水中用高速度通信コネクタ 日本マルコ㈱
- 船体構造設計手法
 - 三井造船㈱
- 高耐久性塗料
 - 日本ペイントマリン㈱
- 自律型潜水艇技術
 - 川崎重工業㈱
- 制御技術(船体位置保持技術)
 - 三井造船㈱
 - 満潮電機㈱
- 貯蔵・積出技術
 - オフショア向け積出ポンプ ㈱シンコー
 - LNG貯蔵技術 ㈱IHI、JMU㈱
 - 耐圧防爆型温度センサ 明陽電機㈱
 - LNG液化装置 三菱重工業㈱
 - LNG移送用断熱ホース 古河電気工業㈱
- オフショア向け海水淡水化装置
 - ㈱サクラ
- 次世代大水深掘削リグ
 - JMU㈱、日本海洋掘削(株)
 - ㈱IHI
 - 提供: JMU(株)、日本海洋掘削(株)、(株)IHI

(2) 海洋開発市場への参入に向けた情報提供等

海洋開発分野への参入促進のためには、浮体式生産貯蔵積出設備 (Floating Production, Storage and Offloading System: FPSO) などの設計から操業に至るまでを幅広く手掛け、技術ニーズに精通した石油会社・エンジニアリング企業との協業等を促進することが重要である。

このため、海洋開発分野で活躍する企業とその位置づけ、現在の海洋開発分野における日本の産業界の立ち位置、石油会社やエンジニアリング企業の日本の技術に対する評価・期待等について情報提供を行い、もって我が国の事業者が海洋開発市場に参入する際の一助としてもらうため、2016 年 4 月、経済産業省、一般財団法人エンジニアリング協会と共同でセミナーを開催した。



2017 年度は、協業等のさらなる促進に向けて、エンジニアリング企業の具体的な技術ニーズの特定等に向けた調査を行うこととしている。

(3) ファイナンス支援

海洋資源開発に関連する国土交通省の支援のほか、2011 年より国際協力銀行 (JBIC) による輸出金融が先進国向けであっても活用可能になる等、ファイナンス支援スキームが強化され、海洋資源開発向けのオフショア支援船、また複雑な浮体施設に採用される一部設備・機器の受注に貢献している。また 2014 年には、海外交通・都市開発事業支援機構 (JOIN) が設立され、海外に進出する企業を支援するための出資等の支援策が整備されており、海洋案件での積極的な活用が期待される。



(4) 海洋再生可能エネルギーの利用促進

世界第 6 位の領海及び排他的経済水域を有する海洋国家である我が国では、際限のないクリーンなエネルギー源として、洋上風力、波力、潮流、海流、海洋温度差といった海洋再生可能エネルギーを利活用する様々な取組が進んでいる。国土交通省では、2017 年 3 月までに、浮体式・浮遊式の洋上風力、波力、潮流・海流、海洋温度差発電施設について、浮体部等の安全要件を満たすための具体的な設計手法の指針となるガイドラインを策定し、海洋再生可能エネルギー発電施設の導入環境の整備を実施した。



(5) 次世代海洋資源調査技術 (海のジパング計画)

1. 海のジパング計画

府省や分野の枠を超えて科学技術イノベーションを実現することを目指した「戦略的イノベーション創造プログラム (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program : SIP)」は、現在、11 の課題を対象としている。そのひとつが、海洋鉱物資源の低コストかつ高効率な調査技術を世界に先駆けて実現することなどを目的とした「次世代海洋資源調査技術 (海のジパング計画)」であり、(研) 海洋研究開発機構を中心として、(研) 海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所 (以下、海技研) などの研究機関と民間企業が一体となって推進している。

2. AUV の複数同時運用に世界で初めて成功

海のジパング計画の中で海技研は、広範囲の海域を効率的に調査するため、小型で機能を絞った複数の自律型無人探査機 (AUV) を同時に運用するシステムの研究開発を行っている。

この研究開発の一環として、2016 年 12 月、海技研が開発したホバリング型の AUV 「ほぼりん」ほか計 3 機の AUV を、無人の洋上中継器の管制によって、実海域で同時に展開し、海底写真の撮影やソナーによる観測を行った。複数の AUV の同時運用によって実際の海底調査を成功させたのは世界初のことであり、これまでの単体の AUV に

図表 I-1-1-7 複数同時運用のイメージと「ほぼりん」(左側の写真)



Column

海洋開発に用いられる船舶



洋上から石油やガスを生産する海洋資源開発では、探査から生産・輸送に至るまで、そのフェーズや目的に応じて、様々な船舶や海上構造物が用いられます。海底油田の開発の例では、①海底下の資源を探し出す資源探査船、②海底を掘るための掘削船 (ドリルシップ)、③海底に掘った油井から石油を生産し、一時的に貯蔵する浮体式設備 (FPSO)、④FPSO で生産された石油を積み込み、輸送するために、洋上で静止する特殊な機器を備えたタンカー (シャトルタンカー)、⑤資材や人員を FPSO やドリルシップに輸送する等の活動に従事する支援船 (Offshore Support Vessel : OSV)、⑥水中における作業を効率的に進めるための海のドローン (水中ロボット。Autonomous Underwater Vehicle : AUV) など、多数の船舶が連携することで、陸上の油田と同じ機能を洋上に再現し、石油を生産しています。また、最近では、導入に要する期間や費用が少なく済むなどの理由により、生産された天然ガスを受け入れる浮体式の設備 (Floating Storage and Regasification Unit : FSRU) のような新しい浮体構造物にも注目が集まっています。

このように、海洋資源開発は多種多様な船舶によって支えられています。

図表 I-1-8 多種多様な船舶が支える海洋資源開発

