

海事産業の生産性革命の深化のために

短期的に推進すべき取組について

～平成 28 年 6 月 3 日答申のフォローアップ～

報告書中間取りまとめ（案）

平成 30 年 3 月 28 日

交通政策審議会

海事分科会

海事イノベーション部会

目次

1. 今次報告書の背景・目的	3
2. i-Shipping	4
2-1 造船・海運マーケット、造船人材等の現状	4
2-2 対処すべき短期的課題と対応策	5
2-2-1 革新的造船技術研究開発補助 (i-Shipping: Production)	6
2-2-2 日本人技能者の確保・育成	7
2-2-3 外国人材の活用方策	8
2-2-4 先進船舶の導入・普及 (i-Shipping: Operation)	10
2-2-5 船舶・船用に係る国際協力案件	11
2-2-6 造船市場における公正な競争条件の確立	12
2-2-7 受注力強化 (ロット受注)	13
2-2-8 自動運航船との関連	14
3. 自動運航船	14
3-1 自動運航船開発・普及を通じた社会的課題の解決	14
3-1-1 海上安全の一層の向上	14
3-1-2 汚染損害、不稼働損失の低減	15
3-1-3 船員の労働環境の改善、職場の魅力向上	16
3-1-4 産業競争力の向上・生産性の向上	16
3-2 自動運航船の特徴・位置づけ等	17
3-2-1 自動運航船とは	17
3-2-2 自動運航船の法令等における位置づけ	19
3-2-3 IoT活用船から自動運航船に向けた展開	19
3-3 自動運航船を取り巻く概況	20
3-3-1 海外の関連動向	20
3-3-2 IMO、船級協会等における議論・検討の状況	21
3-3-3 データインフラの整備進展	22
3-4 ロードマップ策定とそれを踏まえた対応等について	23
3-4-1 技術開発の進展と対応する法令・制度等について	23
3-4-2 ロードマップについて	24
3-4-3 ロードマップを踏まえたIMO戦略の方向性	27
3-4-4 イノベーション促進のための措置	27
3-5 海事産業のデジタルイゼーションへの対応	28
3-5-1 システム化・モジュール化の進展とそれへの対応	28
3-5-2 デジタルイゼーションの潮流とそれへの対応	29
3-5-3 デジタルイゼーションに対応した安全基準や検査・測度制度のあり方	29
4. j-Ocean	30
4-1 マーケットの現状	30

4-2 対処すべき課題と対応策.....	32
4-2-1 エンジニアリング強化に向けた海洋資源開発技術プラットフォームの活用.....	32
4-2-2 我が国の優れた技術の普及と O&M ノウハウの獲得に向けた取組.....	33
5. その他.....	35

別紙1 自動運航船の実用化に向けたロードマップ

別紙2 自律化レベルと構成システムのマトリックス

1. 今次報告書の背景・目的

2016年6月3日、交通政策審議会海事分科会海事イノベーション部会において「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」（以下「答申」という。）が答申された。これを踏まえて国土交通省海事局では、一般商船分野において船舶の開発・設計、建造から運航に至る全てのフェーズで生産性向上を目指す「i-Shipping」と海洋開発分野において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目指す「j-Ocean」を両輪とする「海事生産性革命」を強力に推進してきた。



図 1 海事生産性革命の概要

しかし、答申から1年以上経過し、当時の状況からは大きな変化が生じている。2016年には、新造船受注量が前年比81%減と世界的に落ち込んだ上、我が国の世界受注量シェアは16%に激減した。2017年には、世界の造船受注量は回復し前年比126%増となったが、我が国の世界シェアは5%まで落ち込み、我が国造船業は新造船受注量が低迷する厳しい状況となっている。一方、建造量については2014年以降ほぼ横ばいで推移しており、年間約1300万総トンを建造している。我が国の手持ち工事量については、2015年までに契約した受注が残っていることもあり、2017年末時点で約2.4年分と当面の仕事量は確保している状況である。一方、競合相手の中国・韓国では、造船業への公的支援措置が継続・拡大している。特に韓国造船業については、2015年から2016年にかけて危機的状況に陥った大宇造船海洋が、2017年には公的支援を受けて赤字を脱却した。手持ち工事量が約1.4年分と減少していた大手韓国造船事業者は、仕事量確保のために安値で積極受注を展開しており、船価回復の重荷となっている。

さらに、近年、海上ブロードバンド通信の進展やICT（情報通信技術、Information and Communication Technology）を活用した船舶の運航支援技術の高度化に伴い、安全かつ効率的な運航を可能とする自動運航船の導入に向けた動きが世界的に活発化しており、2017年6月には国際海事機関（IMO）において、自動運航船の国際基準についての

検討の開始が決定された。しかし、答申では自動運航船には触れられておらず、自動運航船の実現に向けての課題の整理や取り組むべき施策も取りまとめられていない。

現在、国土交通省では、答申に基づき、船舶の開発・建造から運航に至る全てのフェーズに ICT を取り入れ、我が国造船業の国際競争力を向上させるべく海事生産性革命を推進しているところであり、2025 年に新造船建造量の世界シェア 3 割の獲得を目指しているところである。この取り組むべき施策の基本的骨格は中長期的に維持しつつも、前述した我が国造船業を取り巻く状況の変化を踏まえて、答申の内容をレビューし、新たに取り組むべき短期的課題、施策等について検討・提言を行う必要が生じていた。そのため、2017 年 12 月より海事イノベーション部会を開催し、答申に対する報告書を取りまとめることとなった。本報告書中間取りまとめは、最終報告書に向けて、短期的課題、施策等を基本的に網羅しており、実行に移せる施策から順次的確に実施することにより、答申で定めた目標である、2025 年時の我が国の新造船建造量 22.5 百万総トン、世界新造船建造シェア 30%に向けた取組をさらに加速し、海事生産性革命をより深化させていくことが求められる。

2. i-Shipping

2-1 造船・海運マーケット、造船人材等の現状

日本造船業は 2008 年まで、ほぼ半世紀にわたり世界シェア 1 位、ピーク時には 50%のシェアを有していた。しかし、近年では韓国、中国が建造量を伸ばしており、我が国の新造船建造量は 3 位となっている。

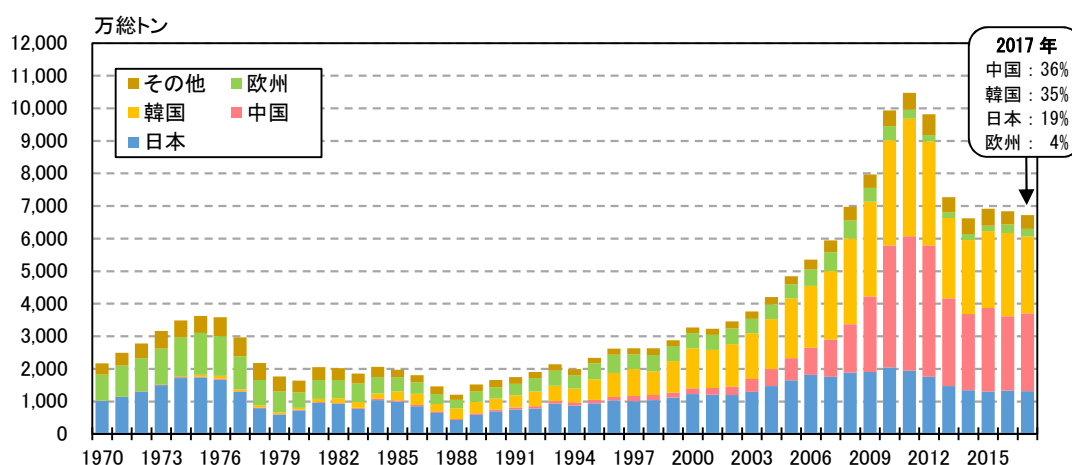


図 2 世界の新造船建造量の推移

一方、建造量の先行指標となる受注量については、2015 年には円高是正や NOx 排出規制前の駆け込み需要の発生により大幅に受注が増加し、日本は 31%までシェアを伸ばした。しかし、駆け込み需要の終了及び慢性的な船腹余剰による世界海運市場の低迷を受け、2016 年の世界全体の受注量は 81%減となった。このような中で、日本の受注シェアは、2015 年の 31%から 2016 年の 16%と大幅に低下している。2017 年は世界全体としては受注が回復基調であったが、手持ち工事量が減っていた中国や

韓国が大型コンテナ船やばら積み貨物船のロット発注により受注量を伸ばした一方、日本は受注量があまり伸びず、受注量シェアは約5%にとどまっている。

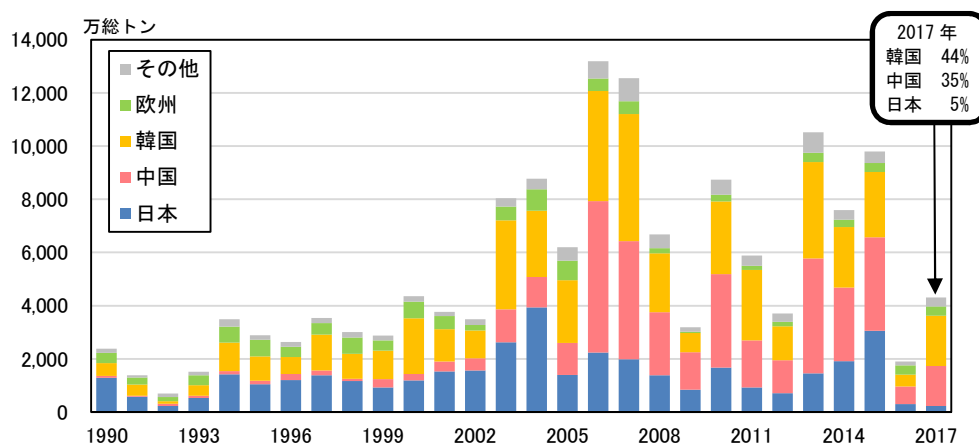


図3 世界の新造船受注量の推移

日本国内の業界構造にも変化が生じている。総合重工系の造船企業においては商船事業等の事業体制の見直しを進める一方、総合重工系と造船專業系間の業務提携の動きも始まり、各社はこのような構造改革を通じて国際競争力の向上を図っている。また、日本造船業の就労者数については、ここ10年は約80,000人前後で推移している。60代以上の高齢者も増加しており、技能に優れたベテランの再雇用も造船現場での貴重な戦力になっている。

また、外国人材については、技能実習修了者を対象とした外国人造船就労者受入事業（特定活動。2015年4月から開始。）等の活用により増加しており、2017年12月末時点においては、特定活動による外国人造船就労者は約2,500人、外国人技能実習生については約6,300人となっている。工場によっては溶接工の過半を外国人材が占めるところも出てくるなど、外国人材が造船現場において不可欠な存在として定着している。

国際情勢に目を転じると、韓国、中国といった競争相手国では、造船業への公的支援が大規模に実施されており、それらの中にはWTO補助金協定に抵触する可能性が否定できないものもあるところ、世界造船市場における公正な競争条件の確保が日本造船業にとっての喫緊の課題となっている。さらに、近年増加している大型コンテナ船やばら積み貨物船のロット発注については、韓国・中国が主に受注しているが、日本は受注出来ていない状況である。

2-2 対処すべき短期的課題と対応策

現在、答申に基づき海事生産性革命を推進しているところであるが、直近の市場動向の変化等を踏まえ、開発・建造から設計に至る全てのフェーズで生産性を向上させるための中核的取組である技術開発支援、造船業の持続的発展の基盤となる人材育成・

確保、中国・韓国による大規模な公的支援への対処、大型発注への対応等について、直近の市場動向等を踏まえつつ、今後対処すべき短期的課題と対応策を以下の通りとりました。

2-2-1 革新的造船技術研究開発補助 (i-Shipping: Production)

2016年の答申においては、我が国の船舶建造の生産性を向上させるため、造船工場見える化、工作精度・品質の向上、工作・取付のスピードアップ等に戦略的に取り組むことが提言された。これを受けて、平成28年度に国土交通省は、IoT（モノのインターネット、Internet of Things）やビッグデータ等を活用した造船工程の生産向上に資する革新的技術の開発を行う事業者への補助制度（革新的造船技術研究開発補助）を創設した。これまでの実績として、平成28年度に4件、平成29年度に14件の補助事業が採択されており、当該補助制度は造船現場の生産性向上に一定程度寄与しているものと考えられる。

- 平成28年度から、「革新的造船技術研究開発補助」により、船舶の建造工程の生産性向上に資する革新的な技術開発を促進（事業費の最大1/2を補助）。
- 対象事業者は「大手造船事業者」だけでなく、「中小造船事業者」「船用事業者」「研究機関」等による申請が可能。



図4 建造工程の生産性向上に資する技術開発補助


一方、これらの補助事業の実施者の内訳に着目すると、大手造船事業者が多く、中小造船事業者や船用工業事業者が少ない傾向が見られる。一部の大手造船事業者における生産性が向上しても、それを支える船用工業事業者や、大手造船事業者と異なる大きさ、船種の船舶を建造する中小造船事業者の生産性が向上していなければ、我が国造船業としての国際競争力の向上は限定的である。また、造船業の一部である船舶の改造（機器の追加設置等）を行う事業者による補助事業はこれまで実施されていない。今後、バラスト水の処理やSOxの排出規制などの環境規制の強化に対応するため、装置のレトロフィット等の船舶の改造の需要が世界的に増加すると見込まれるが、こうした需要に応じて効率的に船舶の改造が実施できなければ、我が国事業者が受注を逃すおそれがある。答申に掲げられた「2025年までに現場生産効率を50%向上させる」という目標を達成し、我が国造船業の国際競争力を向上させるとともに、環境規制の強化による船舶改造の需要を我が国に呼び込むためには、中小造船事業者、船用工業事業者、船舶の改造を行う事業者を含めた業界全体の生産性の向上が必要不可欠である。

上述の課題に対応するため、短期的には各社の戦略に応じて個別に支援が可能な革新的造船技術開発補助を実施するとともに、採択実績の少ない中小造船事業者、船用工業事業者、船舶の改造を行う事業者による補助申請を促進することとする。また、長期的には造船事業者個社のみならず、船用工業等他業種との連携やサプライチェーンの改善、システムのインテグレーションも含めた業界全体の生産性向上・国際競争力の強化に資する支援を検討するべきである。


2-2-2 日本人技能者の確保・育成

造船就労者の約8割を占める技能者は造船現場の基盤であり、造船業の持続的な発展に向けて必要不可欠である。このことを踏まえ、答申においては、技能者の確保・育成に関し、産学や地域のネットワーク強化、造船分野の教育体制の強化、若手人材の能力を効率的に向上させるための研修の実施等が必要と提言されている。

答申を踏まえ、国土交通省は、地域の造船所が連携したインターンシップモデル事業を実施し、「造船事業者等の地域連携によるインターンシップ等実施ガイダンス」を取りまとめるなど、地方運輸局を中心に地域のネットワーク強化に取り組んでいる。また、造船工学の学習機会増加及び学習効率向上のため、産学官連携により作成した高校生向け造船工学の新教材を広く一般に配布するとともに、若手造船教員等の専門的指導力維持・向上に向けた研修プログラムの作成を進めるなど、造船分野の教育体制の強化に取り組んでいるところである。




- **造船工学の新教材づくり**
 - 就職先となる造船事業者や高校教員のニーズを踏まえ、時代に即した魅力ある教材や参考図書を作成
- **造船教員の養成プログラムの作成**
 - 造船教員の研修プログラム・ツールの作成
 - 造船集積地域間の連携による持続的な運営体制の構築



〔造船工学新教材〕

- **地域の教育機関・造船企業間のネットワーク再構築のためのインターンシップ等実施ガイダンスの作成**
 - 高校・大学等の教員が生徒・学生に造船の魅力を伝えることができ、生徒・学生が地元の造船企業を魅力ある就職先候補として認識できる環境づくりのため、地域連携による造船所でのインターンシップ等を推進。
 - 27年度及び28年度に長崎・大分地域でモデル事業を実施し、ガイダンスとして取りまとめ

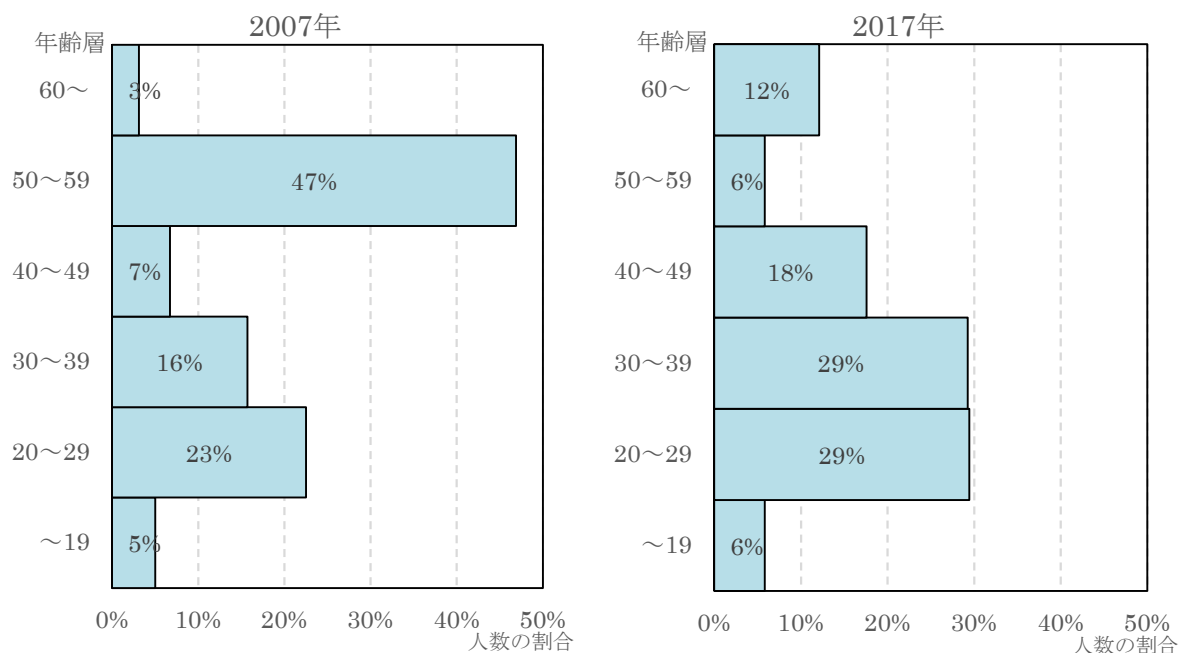


〔インターンシップ等実施ガイダンス〕

図5 高校における造船教育体制の強化及び地域連携の推進

しかしながら、最近では、団塊の世代の退職に伴う労働者の若返りに加え、これまでの技能伝承方法が近年の若年労働者の嗜好やニーズに適していないというギャップ等が生産効率や技能習得にあたって障害となる場合もあり、一部では工作品質や現場対応能力の確保に苦労している。また、造船分野においてAI（人工知能、Artificial Intelligence）・IoTの活用が進むなか、新たな技術を活用できる人材

の確保・育成についても積極的な対策を講じる必要が生じている。



出典：(一社)日本造船工業会の調べ(対象:傘下会員16社)

図6 日本造船業の技能者(社内工)の年齢構成の変化

このような状況を的確に把握し適切な対策を検討するため、高校教育の充実化や造船所への就労支援について、地方運輸局が中心となって、地域の実態を考慮しつつ課題の抽出・共有対応策の検討を一層推進すべきである。この際、他地域における有効な対応策や先進的な事例について、地方運輸局を含む国土交通省が地方自治体、業界等とも連携しつつ、展開を図っていくべきである。また、若者へ造船業の魅力のアピールするための取組は、教育機関、地元住民等のニーズに応えた改善を加えながら、業界が継続的に実施していくべきである。

さらに、国土交通省は、業界内の人材育成について、業界全体での効率化を図ることを目的として、各機関が行っている人材育成制度に係る実態を調査し体系化を行うとともに、若者の嗜好や新たな技術の導入を踏まえ、必要に応じ造船技能研修センターの研修内容の見直しを行うべきである。また、設計技術者について、造船技能研修センターの活用を含め、育成方法を検討することも必要である。

加えて、今後船舶の開発・設計、建造及び運航において、どのような場面でAI・IoTが有効に活用されうるかを特定した上で、海事産業としてAI・IoT人材のニーズを把握し、その確保・育成のあり方を検討していくべきである。

2-2-3 外国人材の活用方策

答申においては、外国人造船就労者受入事業については、適正な監理とモニタリング

を実施しつつ、外国人受入れに関する政府全体の検討を踏まえながら、受入事業の延長や職種拡大などの見直しを含め、適正な方策を検討すべきと提言がされた。

答申がなされた時点では、外国人造船就労者受入れ事業は2020年度末に終了予定であったが、「未来投資戦略2017」（2017年6月9日閣議決定）を踏まえ、運用の見直しを行い、2020年度末までに就労を開始した者については最長2022年度末まで就労を可能とする措置を昨年11月に実施したところである。これにより、2022年度末に外国人造船就労者の受入可能期間が終了することとなるが、現在2500名を超える外国人就労者が我が国造船業の現場で就労し、造船現場を支える必要不可欠な存在となっていることに留意が必要である。

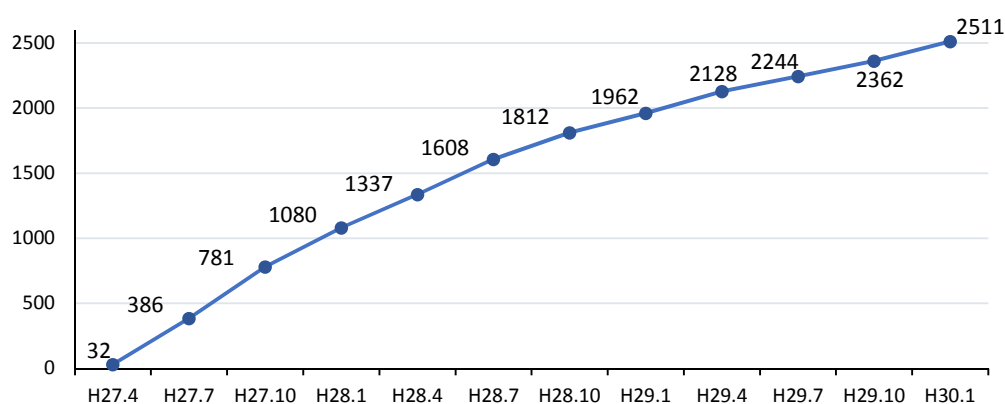


図7 外国人造船就労者数（各月末時点）

こうした実態を踏まえつつ、新規受入が終了する2020年度末以降の外国人造船就労者受入事業のあり方を検討する必要がある。また、検討においては、造船業の特徴（船舶の契約から竣工までに3年程度を要するため、契約時には2、3年先の労働力を確保しておく必要がある）や最近の市場動向（大型ロット発注（複数隻の発注）が増加しており、一番船契約から最終船竣工までの期間が更に長期化している）を認識し、我が国造船企業が将来の労働力確保の見通しを立てられるよう、また、受注活動に支障を来さぬよう、制度のあり方についてできるだけ早期に結論を得るべきである。

とりわけ、政府全体の動きとしては、2018年2月に開催された経済財政諮問会議において、専門的・技術的な外国人受入れの制度の在り方について検討を進め、今夏までに方向性が取りまとめられることとなったことに鑑み、船用工業を含む造船分野における外国人材の活用方策について、政府全体の外国人活用政策との調和を図りながら、制度のあり方を早期に決定すべきである。

2-2-4 先進船舶の導入・普及 (i-Shipping: Operation)

前回の答申を踏まえ、i-Shipping:Operation に関しては、技術開発を推進するため、2016年度からIoT・ビッグデータなどの先進的な技術を活用した船舶 (IoT 活用船) や船用機器等の研究開発に対して支援を実施してきているところ (先進船舶・造船技術研究開発費補助事業 (先進船舶技術研究開発) 2016年度7件、2017年度8件)。

今般、これらのIoT活用船の重要性が高まっていることに加え、今後、2020年のSOx規制強化や中長期的には外航船のCO2排出削減など船舶の環境規制が強化される中で、液化天然ガス (LNG) 等の環境に優しい代替燃料に対応した船舶 (LNG燃料船) といった先進船舶の重要性が高まっている。特に、世界的には欧州中心にLNG燃料船の導入が進んでいる中で、日本においても、LNG燃料船の普及を促進し、その実績をもとに東南アジアでの市場開拓、さらには欧州市場も念頭に施策を進めていく必要がある。

このような状況に鑑み、他国に先駆けて、先進船舶の技術を開発し、導入することで、国際的な海運・造船市場で我が国海事産業の生産性向上及び国際競争力強化を図るため、2017年4月に海上運送法を改正し、同年10月から「先進船舶導入等計画認定制度」を開始している。当該認定制度の活用を推進する観点から、先進船舶に関する導入等計画策定のための調査に取り組む事業者に対し、「先進船舶導入等計画策定調査支援事業」により同計画の策定に要する経費を補助しており (2017年度: 6件)、 (本年3月には最初の計画認定が行われる予定である。) 当該計画認定制度により、海事関係者以外の通信事業者などの多様な関係者との調整・協力が進み、先進船舶の研究開発、製造、導入が促進される。

IoT活用船については、今後の実用化には、技術実証を支援することが必要であることから、引き続き、IoT・ビッグデータなどの先進的な技術を活用した船舶・船用機器等の研究開発に対して支援する

特に、近年、IoT活用船が更に進んだ自動運航船の議論が活発化してきており、我が国においても、海事産業の国際競争力強化の観点から、世界に先んじて取り組んでいくことが必要である (自動運航船については第3章参照)。

LNG燃料船については、これまで技術開発を推進するため、LNG燃料エンジンの開発やLNG燃料タグボートの実証事業に支援を行うとともに、普及を促進するための環境整備として、我が国主導でIMOにおける国際ガス燃料船安全コードの策定、LNG燃料バンカリングのための安全ガイドラインの策定、LNG燃料船も対象に含まれている上記計画認定制度の創設などを行ってきた。

今後は、日本におけるLNG燃料船の導入・普及を促すため、平成30年度から環境省と連携し、大型のLNG燃料船の技術実証の支援を開始する。また、LNG燃料船の導入・普及を加速させるためには、関係省庁、関係団体と連携を図りつつ、LNG

バンカリングなどの環境整備を進めることが必要である。具体的には、平成30年度から港湾政策として進められるLNGバンカリング拠点形成に対する支援も踏まえ、各港ごとに必要となるLNGバンカリングの安全性検討のための委員会に関して、上記のLNGバンカリングの安全ガイドラインを活用することにより、委員会におけるShip to Shipの安全性の個別検討を簡素化するなど、LNG燃料船の導入・普及にあたって課題となる事項への対策を総合的に進めていくべきである。

なお、先進船舶の更なる普及にあたり、中長期的には、新たな技術動向を常に把握し、有望な新技術が特定された際には速やかに先進船舶導入等計画認定制度に追加していくことも必要である。

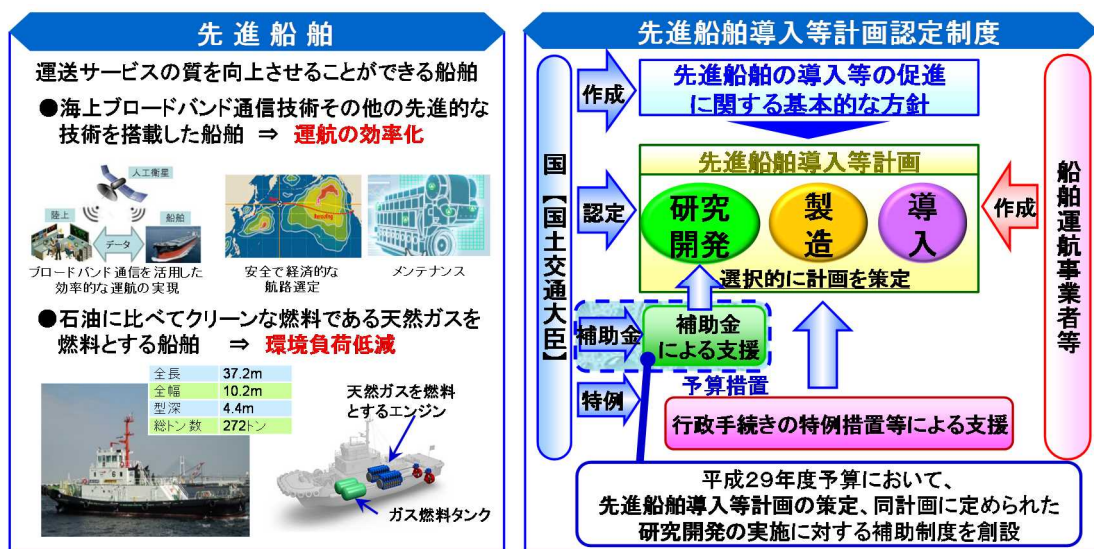


図8 先進船舶の導入促進

2-2-5 船舶・船用に係る国際協力案件

答申では、東南アジア諸国における内航船のリプレース・修繕等の拡大するインフラ需要の取り込みや、海上保安強化や海洋環境保護のための巡視船・監視船配備強化の必要性が高まっており、ODAによる資金協力等を積極的に活用し、拡大する需要の取り込みや企業の海外進出支援を一層強化する必要があるとされた。

これを踏まえ、国土交通省は、関係省庁・業界と連携しつつ、現地調査団への参加、適切な専門家の推薦、安全基準や航路等の現地で調査すべき事項の検討・特定を行うなど、ODAを活用した船舶供与の案件形成を積極的に支援している（ベトナムの巡視船、ミャンマーの旅客船等）。

ODAによる船舶の供与では、案件形成調査や入札手続きに加え、通常2~3年かかる船舶の建造工程を経なければならないというプロセスの制約から供与要請から実際の供与まで多くの時間を要するが、被支援国政府から船舶の早期供与を求められ

るケースが多く、この点の解消が今後の課題としてあげられる。

そのため、ODA を活用した船舶供与がより円滑になされるよう、国土交通省は、本邦造船所、JICA 及び外務省等関係者との調整や情報交換を今後一層密にし、手続きの迅速化を図るべきである。さらに、国内関係者に加え被支援国政府との密接なコミュニケーションを通じて、JOIN や JBIC も活用しつつ、これまで主に案件形成を行ってきた ASEAN のみならず、経済成長が著しいアフリカやオセアニア等においても、案件発掘・形成を推進するべきである。

国	引き渡し	船種等	有償/無償	建造	金額
ソロモン	2006年6月	漁船 2隻	無償	美保造船	約10億円
モザンビーク	2007年7月	浚渫船 1隻	無償	三菱重工業	約22億円
インドネシア	2007年11月	巡視艇 3隻	無償	墨田川造船	約19億円
ジブチ	2009年10月	フェリー 1隻	無償	北浜造船鉄工等	約9億円
サモア	2010年1月	フェリー 1隻	無償	ISB (三井造船提携会社)	約13億円
トンガ	2010年9月	フェリー 1隻	無償	ISB (三井造船提携会社)	約17億円
マレーシア	2011年2月	高速艇 10隻	無償	ニュージャパンマリン	約7億円
マーシャル	2013年11月	貨客船 1隻	無償	ISB (三井造船提携会社)	約13億円
スリランカ	2014年10月	浚渫船 1隻	無償	警固屋船渠	約10億円
ミャンマー	2014年11月	フェリー 3隻	無償	中谷造船	約12億円
ジブチ	2015年11月	巡視艇 2隻	無償	墨田川造船	約9億円
ミクロネシア	2015年12月	貨客船 1隻	無償	警固屋船渠	約11億円
ツバル	2015年12月	貨客船 1隻	無償	ジャパンマリンユナイテッド	約15億円
フィリピン	引渡し中	巡視船 10隻	有償	ジャパンマリンユナイテッド	約187億円
スリランカ	引渡し中	巡視船 2隻	無償	墨田川造船	約18億円
ミャンマー	建造中	旅客船 1隻	無償	墨田川造船	約10億円
フィリピン	引渡し予定	巡視船 2隻	有償	(今後入札)	約165億円
ベトナム	引渡し予定	巡視船 6隻	有償	(今後入札)	約385億円
モロッコ	引渡し予定	漁業調査船 1隻	有償	(今後入札)	約54億円

図9 ODA 支援実績 (2006年～2017年11月現在の決定済案件)

2-2-6 造船市場における公正な競争条件の確立

答申では、造船業が現在直面している供給能力過剰問題の改善に向け、OECD 造船部会や二国間会合等の機会を通じ、主要造船国に対して造船業への公的支援の自制を求めるとともに、国際的議論を主導し、供給能力過剰問題の早期解決や造船市場における構成的な競争条件の確立の実現に取り組むべきであるとされた。

これを受け、国土交通省は、OECD 造船部会等の国際の場において、造船業における公的助成の防止に関する新たな国際規律の策定に向けた議論を主導するなど、造船市場における公正な競争条件の確立に向けた活動を行ってきた。その結果、2017年11月の第125回造船部会においては、参加国の大多数が、中国の参加を得た上

で法的拘束力のある国際規律を早期に策定することを支持するに至った。また、多国間会合の場だけでなく、韓国や中国との二国間会合を開催し、造船業における公正な競争環境の確立に向けた協力を呼びかけてきた。特に、2018年1月に韓国政府が政府系金融機関による前受金返還保証（RG）の発給に関するガイドラインを大幅に緩和し、一部案件・船種においては赤字受注でもRGを発給するように運用を改正したことについて、国土交通省より韓国通商産業資源部に対して、安値受注を助長することにつながるとして懸念を伝える書簡を送付した。また、日本造船工業会も、韓国造船海洋工業会に対し、同様の懸念を伝える書簡を送付している。

これらの取組を一層加速化するため、国土交通省は、造船業界とも連携しつつ、OECD造船部会における新しい国際規律の策定に向けて、中国の参加を得た上で、交渉の早期開始を目指すべきである。また、中国・韓国の公的支援に関する情報収集・分析を加速化し、我が国業界の考え方も十分踏まえながら、WTO提訴の是非を早期に決定するべきである。さらに、我が国の公的輸出信用の利用実績が中国・韓国と比べて少ない現状を踏まえ、我が国の公的輸出信用の一層の活用促進を目指し、我が国公的輸出信用機関による供与条件が中韓政府系金融機関等による供与条件と比べて劣後化することがないよう、世界の公的輸出信用のイコールフットイング化について取り組むべきである。

2-2-7 受注力強化（ロット受注）

従来は、オペレータ、船主、造船所が1船ごとに1対1の取引を行うことが主流であったが、近年では世界的にオペレータの集約やアライアンスの再編が進み、1つのオペレータが5隻以上の複数隻発注（ロット発注）を行う案件が増加している。

2017年においては、世界受注量の38%がロット受注となっており、日中韓の新造船受注量に占めるロット受注の割合については、韓国・中国がそれぞれ46%と高い割合を示す一方、日本は0%であった。2017年の新造船受注量の我が国の世界シェアは約5%と激減したが、ロット受注を確保できなかったことが大きな要因と言える。

我が国がロット受注を獲得できなかった要因としては、我が国の造船企業の造船施設ではロット受注に対応できるだけの生産能力がないこと、2017年においては我が国は十分な手持ち工事量を有する一方、船価の低迷により我が国造船企業が積極的に獲得に動かなかったこと等が要因として考えられる。このほか、中国や韓国では造船業への大規模な公的支援が実施されており（2-2-7参照）、こうした支援により、もともと大型造船所が多くロット発注を受けやすい中国や韓国が競争力のある船価を提示し、ロット発注を獲得していることも考えられる。

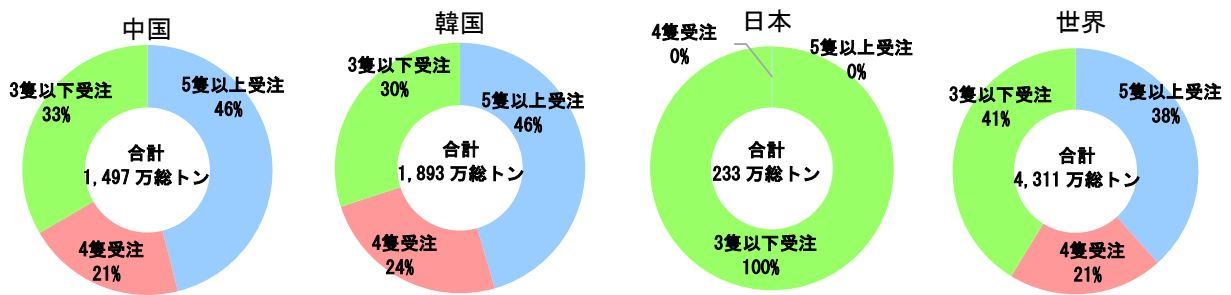


図 10 各国における 2017 年のロット発注状況

今後もロット発注が継続すると見込まれるなか、我が国がロット発注を獲得できない状態が常態化すれば我が国の新造船受注・建造シェアの向上は困難と見込まれる。答申で掲げた目標（2025 年に世界新造船建造量の 30% を獲得）を達成するためにも、我が国がロット発注を獲得していくことが必要である。

まず、中国・韓国の大規模建造施設への対抗のため、国土交通省は、民間事業者が行う共同受注又は建造体制の構築の円滑化に向けた環境整備の検討を行うべきである。また、日本造船所に発注する船主が、オペレータに競争力のある用船料を提示できるような環境整備の検討を行うべきである。さらに、ロット発注において、中国・韓国がどのような公的支援を実施しているのかを注視し、必要に応じ適切かつ速やかな対応を講じていく必要がある。

2-2-8 自動運航船との関連

近年の ICT の技術発展は目覚ましいものがあり、AI やビッグデータの活用によりさらに技術革新が進み、日々様々なプロダクトやサービスが生み出され、社会の変革にも大きな影響をもたらしつつある。ICT がもたらす影響は、海運や造船といった伝統的な分野での技術革新や生産性向上にとどまらず、次章で記述する自動運航船等の全く新しい概念や技術的・社会的な論点を生じさせている。

i-Shipping の推進は、そもそも船舶の設計・建造、運航にわたり全てのフェーズにおいて ICT を活用するというものであり、自動運航船の実現に向けた取組と密接に関係しているものである。このため、国土交通省は、i-Shipping を推進する各種施策の検討・実施にあたっては、必要に応じ自動運航船の実用化に向けた視座からの検討も行い、技術開発や人材育成の支援等において、モレ・ダブリがないように留意するとともに、相乗効果も狙った施策を推進することが重要である。

3. 自動運航船

3-1 自動運航船開発・普及を通じた社会的課題の解決

3-1-1 海上安全の一層の向上

海上保安庁が認知した船舶海難は、漸減傾向にあるものの、依然として数多く発生しており、その約 8 割が人為的要因により生じている。また、世界に目を広げて

も、欧州海事庁（EMSA）が公表している「Annual overview of marine casualties and incidents 2016」によれば、2011年～2015年の間に発生した海難のうち62%が人為的要因とされている。世界経済に欠かせない海上物流は、今後とも着実にその量が拡大していくと見込まれるなか、人為的要因による海難事故の減少対策が強く求められている。

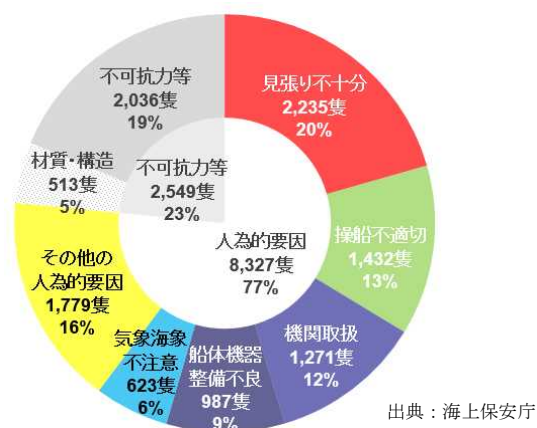


図 11 海難事故原因の内訳（2012年～2016年）

貨物船及びタンカーが関わる海難事故の分析によれば、操船関連のヒューマンエラーの9割以上が「他に気を取られていた」、「思い込み」等の認知、判断段階に起因しており、自動運航船の技術は、こういった認知・判断段階の人為的要因による海難発生を抑止に大きく貢献することが期待されている。

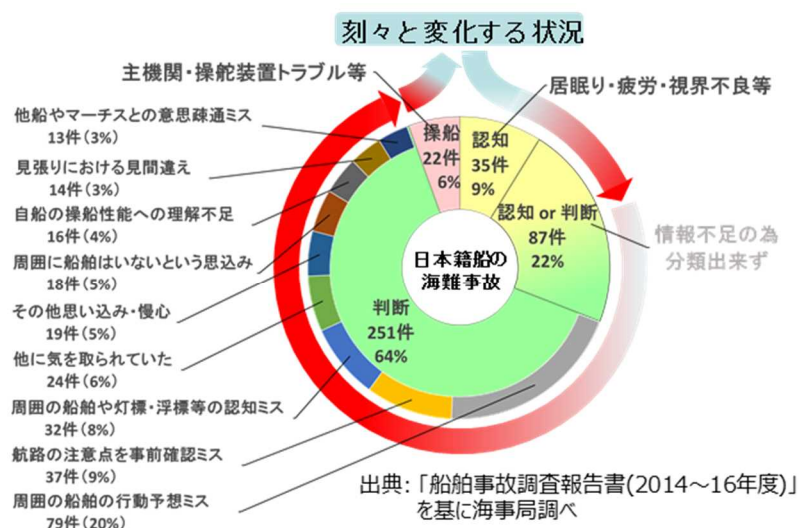


図 12 海難事故原因の内訳（2012年～2016年）

3-1-2 汚染損害、不稼働損失の低減

世界では、廃船に至るような重大海難が2014年には1,642件発生しており、重大海難に伴う沈没等による直接的損失や海洋汚染等による第三者への損害は莫大なも

のとなりうる。さらに、日常的に発生する機関故障等によるわずかな不稼働でも、船舶・貨物とも巨額の財産価値を有する物件を非常にタイトなスケジュールで運航する海運の世界では、大きな機会損失が生じ、船主経済に悪影響を与えているほか、海上物流の安定性も損ねている。

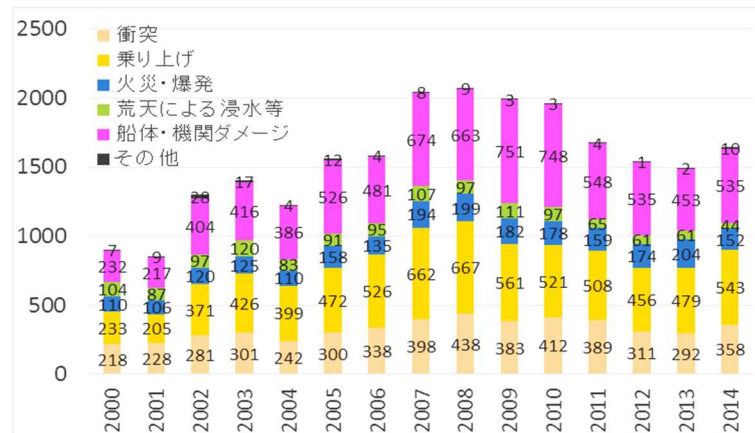


図 13 世界の重大海難事故件数の推移

自動運航船の技術は、機関故障の予知・予防等を可能とすることで、重大海難の発生を予防するだけでなく、不稼働による経済損失を減少させるとともに、物流の信頼性を向上させる効果も期待されている。

3-1-3 船員の労働環境の改善、職場の魅力向上

内航船員は高齢化が進んでおり、若手船員の確保・育成が大きな課題となっている。内航コンテナ船等の一部船種では、多いときで一日4回以上という頻繁な離着舷作業があり、優秀な人材を引き続き確保するためには、船上作業等のより一層の自動化、IoT化等を通じた労働環境の改善が喫緊の課題となっている。

自動運航船の実用化により、人間はより高度で戦略的な意思決定やタスク実行に集中することが可能となり、労働環境の改善が期待される。また、船上だけでなく陸上拠点からの運航業務への参画という新たな可能性も開かれる。自動運航船の運航においては、船舶運航の現場とデジタル技術の両面を知悉する高度な人材の重要性は、むしろ高まることから、職場の魅力向上や労働価値の向上も期待される。

3-1-4 産業競争力の向上・生産性の向上

我が国造船業は、省エネ性能や品質の優れた船舶を納期どおり確実に建造することで高い評価を受け、競争力を維持してきたが、近年では、中韓造船業のキャッチアップも激しく新たな差別化の軸が求められている。

自動運航船の開発、実用化には、センサーやアクチュエーター等のハード技術、ビッグデータを有用な情報に転換する情報処理・解析技術だけでなく、それらを信

頼性のあるシステムとして統合するシステム化技術等の総合力が必要とされるものである。我が国には、世界トップクラスの海運、造船、船用工業の海事クラスターが存在しており、総合力を活かした自動運航船の開発、実用化には、その点で、好適な位置につけているといえる。

また、後述するオープンデータプラットフォームを活用し、詳細な実運航情報のフィードバック等に基づき優れた船舶・機器を開発、製造することに加えて、陸上からの高度な予防保全サービスや船舶運航に関するアドバイザリーサービスを提供する等、船舶単体にとどまらず、自動運航船を軸とした新たなサービスを開発、提供することで、日本の造船・船用工業等の海事産業に新たな差別化要素をもたらすことが可能になると考えられる。

加えて、単なる技術の問題にとどまらず、自動運航船の進展は、船舶の設計思想や産業構造にも影響を与える可能性があり、産学官が連携してデジタルイノベーションの波に対応していくことが必要である。このような取組は、造船、船用工業、海運等海事産業全般の効率性、生産性の向上、海事生産性革命全般の深化につながるものと考えられる。

3-2 自動運航船の特徴・位置づけ等

3-2-1 自動運航船とは

近年、自動運航船に対する注目、関心が世界的に大きく高まっている。IoT、ICT、データ解析技術(Data Analytics)、センサー技術等の急速に発展している技術を活用して、船舶運航の安全性・効率性を向上させる取組や、自動運航船に対応した基準・制度のあり方の検討等が各方面で始まっている。

現状、自動運航船について広く共有される認識や定義はまだ固まっていないが、ここでは一般にIoT、ICT、データ解析技術等の最新技術、各種センサー及び広帯域通信により接続された陸上監視・制御拠点をを使用することで、外部状況認識（見張り）、機器等の状態監視、操船、機関制御、貨物管理・荷役、離着棧その他船舶の運航に伴う船上業務（タスク）の一部又は全部を高度に自動化（自律化）又は遠隔制御化した船舶及びその運航システムをいうものとする。

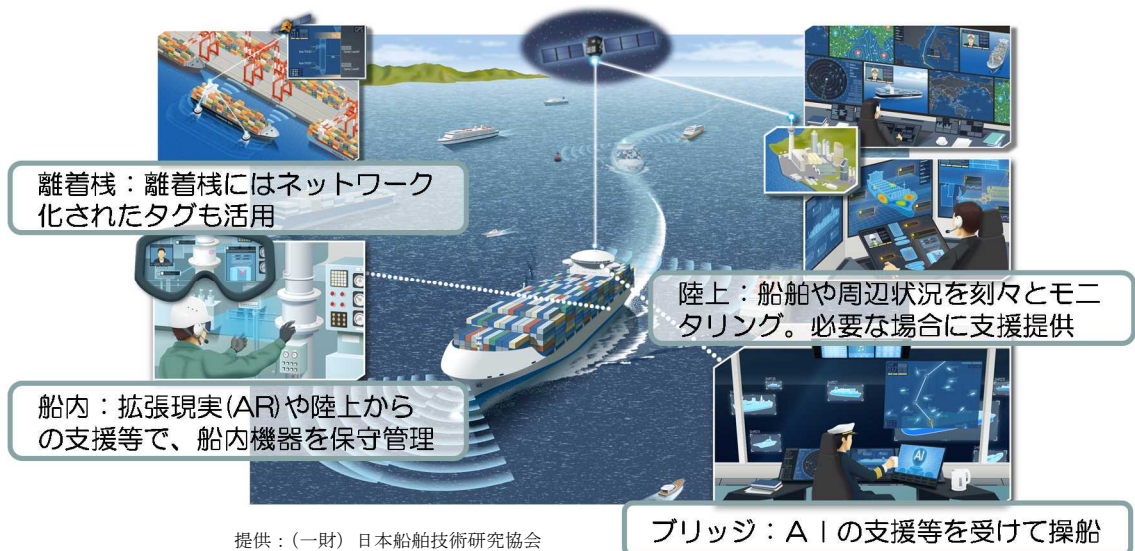


図 14 自動運航船のイメージ

自動車の分野における自動運転と比較した場合、船舶（一般的な商船の場合）は複数の船上業務を複数の人間が分担することで運航される点に特徴があり、また 24 時間稼働のプラントという性格も有している。このような特徴から、人間が運航に直接関与しない完全自動運航船の実現には、技術的に大きな課題が残されており、その実現には相当な時間を要すると考えられる。

	自動運転車	自動運航船
運転・運航	<ul style="list-style-type: none"> 一人の運転手が操縦 	<ul style="list-style-type: none"> 操船、機関保守、貨物監視、離着棧等の複数の人間が作業を分担 船舶はクルーで運用される大型システムであり、24時間稼働のプラントという性格も有する
物理特性	<ul style="list-style-type: none"> 数トン程度であり、敏捷性が高い（急発進、急停止、急旋回が可能） 	<ul style="list-style-type: none"> 大型のものは数十万トン程度であり、敏捷性が低い（急発進、急停止、急旋回が不可能）
走行・航行環境	<ul style="list-style-type: none"> 動きは比較的速く、他車とほぼ常時近接 歩行者、自転車周囲に多数存在する混合交通 道路、車線、信号等、移動制約が多い 故障等があっても支援を得られやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 動きは比較的遅く、他船とほぼ近接しない 周囲には船舶が主だが、漁網や浮遊物も 輻輳海域等一部を除き移動制約は少 長期間海上で孤立
開発動向	<ul style="list-style-type: none"> 密度の高い混合交通環境下で安全に走行するため、衝突被害軽減ブレーキ等、センサー技術を活用した事故防止に資する運転支援技術の開発実用化が進む センサー等による車周囲物認識技術と 3D 位置情報、GPS 等の組み合わせによる高度な自動運転技術の開発が進む 	<ul style="list-style-type: none"> 航海計画策定、操船、船体・機器管理、貨物管理等の作業分野ごとに、安全性・効率性向上に資する技術開発が進んでいる。

図 15 自動運転車との比較

なお、本報告書における自動運航船の対象船舶は、基本的に一般商船を想定している。一方、無線操縦や自律制御型の小型無人ボートも、海洋観測・監視、防衛・警備等の用途向けに開発や導入が進みつつあり、このような小型無人ボートを安全に運航可能とする環境整備も必要となっている。このような小型無人ボートは、一般商船等、より大型の自動運航船と比較すると、運航に係る安全・環境面等のリス

クが非常に小さく、また適用される安全法規等も一部異なっている。このため、必要とされる施策や対応についても、一般商船等の自動運航船のものとは違うものとなる。本報告書においては、一般商船等、より大型の船舶を主な対象とする自動運航船について主に取り扱うこととするが、「3-4-4 イノベーション促進のための措置」の部分において、小型無人ボートについて一部触れている。



出典：東陽テクニカ HP

図 16 英国 ASV 社製造の海洋調査等向けの小型無人ボート

3-2-2 自動運航船の法令等における位置づけ

自動運航船に係る法令又は制度等における位置づけを以下に概観する。

答申を受けて国土交通省は、i-Shipping (Operation) 施策の推進のための補助金（先進安全船舶技術研究開発支援事業補助金）を交付し、民間企業の技術開発の取組の支援を行っているほか、昨年 4 月に海上運送法を改正し、運送サービスの質を相当程度向上させることができる船舶を「先進船舶」として新たに位置づけ、先進船舶の研究開発、製造又は導入を行う事業者に対する行政手続きの特例措置等による支援を行っているところである。「先進船舶」として、LNG 燃料船等の「代替燃料船」と並んで、IoT 活用技術（インターネットに多様かつ多数の物が接続され、及びそれらの物から送信され、又はそれらの物に送信される大量の情報を活用する技術）を活用した船舶（IoT 活用船）が指定されている。

未来投資戦略 2017 においては、自動運航船について 2025 年までの実用化に向けて、国際・国内基準の整備を進めること等が盛り込まれた。

3-2-3 IoT 活用船から自動運航船に向けた展開

従来、航海計器や制御機器等の船用機器は、個々が比較的独立して設置され、情報やデータ等も各機器内で閉じた形で利用されることが主であった。また、実運航時の船体・機器・機関の状態等のデータを回収して分析する環境も十分整ってはいなかった。

このような中、2012 年から開始された（一社）日本船用工業会と（一財）日本海事協会の共同プロジェクトである「スマートナビゲーション研究会」の場で、船内の船用機器をつなぐ通信規格が作成され、本年、ISO 規格化される見込みとなっている。また、新しい通信衛星の打ち上げ等による海上のブロードバンド通信環境も普及しつつある等、陸上と比べてやや遅れていた船舶の機器のネットワーク環境が

急速に整いつつある。また、ネットワーク化が進展するのと同時に、船舶に搭載される各種機器やセンサーから得られるデータの種類や量も飛躍的に増大している。このような状況を背景に、これまでわからなかった、もしくは暗黙知、ノウハウとして蓄積されていた、実運航時の船体・機関挙動等が次第に「見える化」されるようになり、その知見は、船舶運航の効率化、高度化にすでに活用されているところである。この段階が、前節での IoT 活用船にほぼ対応する段階といえる。

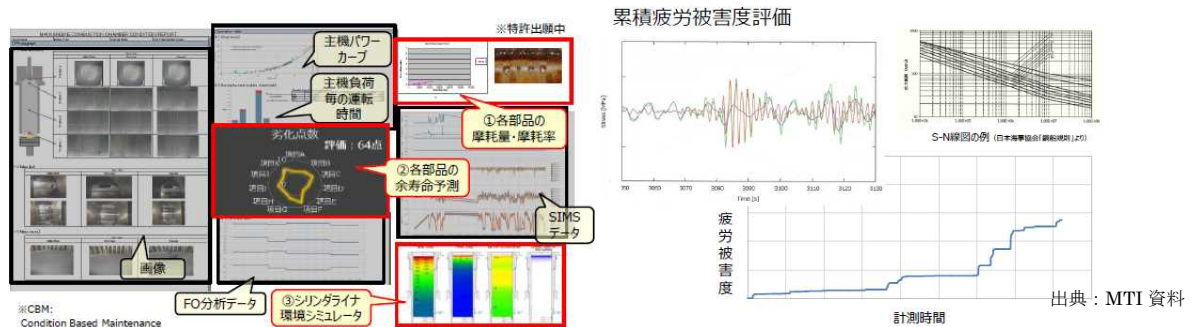


図 17 機関の予防保全・船体モニタリングのイメージ

今後は、これまで単体で機能していた船用機器が、ネットワークを介してより統合的に制御・運用される段階（システムインテグレーション）に入る。また、「見える化」のために機器等から吸い上げられる方向が主だった情報・データの流れが、今後は双方向となっていく、より積極的に機器側、エッジ側にフィードバックされ機器の自動制御や船員への行動提案、判断支援に活用される段階、すなわち、自動運航船の段階に至ると考えられる。

IoT 活用船は、基本的に現行法令・制度の下で運航が可能なものであるが、遠隔からの操船や、より高度な自律的制御が行われる自動運航船の段階となると、運航にあたり、法令及び制度面等での対応も併せて必要となってくると考えられる。船舶の高度な状態監視や陸上からの支援による予防保全等が可能となれば、それに対応した船舶検査制度の検討も求められる。将来的に、機械による自律的制御が高度に進み、人間の介入が最小化された自動運航船が実用化可能となった場合には、責任のあり方等も含む制度面での大幅な対応が必要となる可能性がある。

3-3 自動運航船を取り巻く概況

3-3-1 海外の関連動向

欧州では、EU や各国政府の支援を受けた産学官の自動運航船に関する共同の研究プロジェクトが実施されてきた。代表的なものとしては、2012～2015 年間で実施された MUNIN (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks) があり、EU から財政支援を受けて各国の大学、研究機関、民間企業が参画し、無人船の概念構築及び実証実験等が行われた。

このような業界共同の研究開発プロジェクトにとどまらず、最近では、個別企業による自動運航船の営利プロジェクトも開始されている。代表的なものとしては、ノルウェーのヤラ・インターナショナルとコングスベルグが小型のコンテナ船「ヤラ・ビルケラン」を2020年に無人運航させるプロジェクトを公表している。

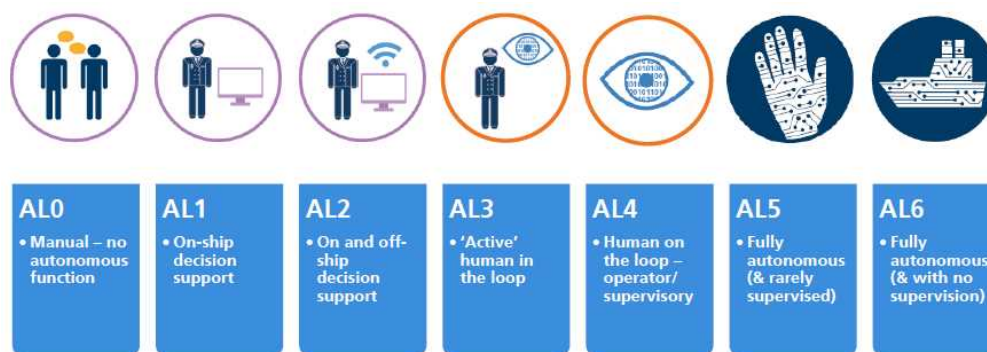
また、ノルウェーでは、2016年から自動運航船の実証試験実施のための公的な試験海域（以下「実証海域」という。）が順次、設置されている。実証海域の設置に当たっては、海事当局、沿岸管理局、地元港湾管理者及び当該実証海域を利用する企業・大学・研究機関等が利用に関する合意書を締結して行われている。

欧州の取組は、主としてロールス・ロイスやコングスベルグといった船用機器・エンジニアリングメーカーが先導している点に特徴がある。また、無人運航を目指す先駆的取組もあるものの限定された海域での短距離の運航やオフショア船等を対象としたものとなっており、一般商船への適用を念頭に船会社为中心となって開発が進められている日本の取組とは、やや様相を異にしているといえる。

3-3-2 IMO、船級協会等における議論・検討の状況

昨年6月のIMO/MSC98において、「自動運航船の規制面での論点整理」が新規議題として採択され、2018-19年の2カ年計画に含めること及び目標完了年を2020年とすることに合意された。この合意に沿って、2018年5月に開催されるMSC99から、既存のIMO規則の改正の要否、新たに必要となる基準等について検討が開始される予定であり、日本や欧州諸国を始め、各国から提案文書が提出されるものと見込まれている。

船級協会や業界団体等の取組では、例えば、英国のロイド船級協会はガイダンス文書「Cyber-enabled ships」を2016年2月に公表（最新版は2017年12月公表）しており、6段階の自律化レベル（ロイド船級協会の表現では「Accessibility Level」）を定める等している。

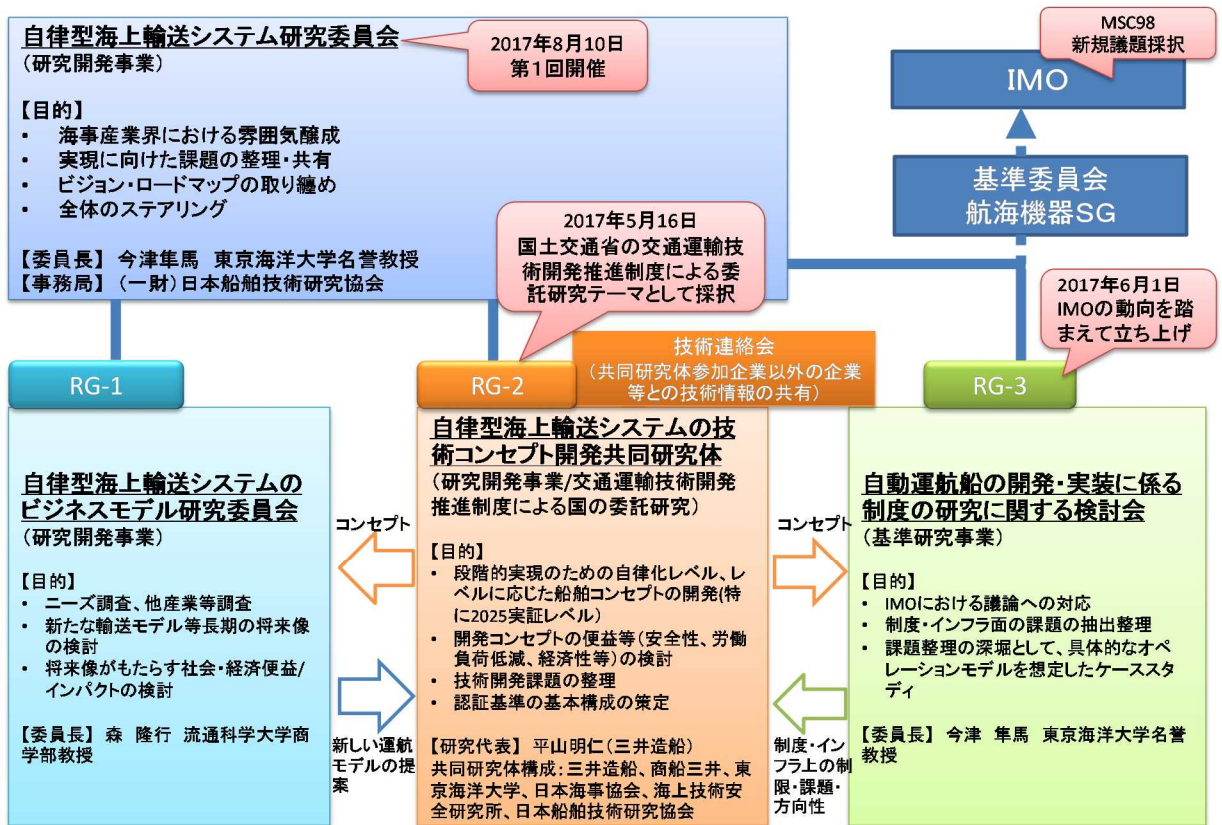


出典：ロイド船級協会

図 18 ロイド船級協会が提唱している自律化レベル

また、昨年11月に、英国の産業界が中心となった組織である Maritime UK が公表した「業界行為準則」では、小型の自動運航船（船上無人の遠隔操縦・監視を含む）について、ハード面の技術基準、操縦する者の訓練、資格要件等、幅広い内容が記載されている。ここで使われている自律化レベルの整理は、前述のロイド船級協会のものとは異なっており、今後、こういった点も国際的に議論が行われるものと思われる。

日本においても、（一財）日本海事協会も 2018 年春に自動運航船に関するガイドラインを公表する予定である。また、（一財）日本船舶技術研究協会では、産学官のメンバーを集めた「自律型海上輸送システム研究委員会（委員長：東京海洋大学 今津隼馬名誉教授）」を昨年 8 月に立ち上げ、その下に自動運航船のビジネスモデル、コンセプト及び基準・制度設計等を検討する 3 つの研究部会を設置し、幅広い議論・検討作業が進められている。



(一財) 日本船舶技術研究協会 第1回自律型海上輸送システム研究委員会資料より、海事局作成

図 19 自律型海上輸送システム研究委員会等の概要

3-3-3 データインフラの整備進展

自動運航船や海事産業のデジタル化の取組にあたっては、その基盤的資産となるビッグデータが重要となる。ビッグデータは、公平なデータ利用権限の

取り決めで前提として、幅広く流通、利用を行うことで、その便益を最大化することが可能となる。

2015年12月に船舶ビッグデータ活用の基盤として、(一財)日本海事協会が主体となり、海事業界におけるオープンデータプラットフォームとするべく、(株)シップデータセンターが設立された。シップデータセンターには、海運事業者、造船事業者、船用工業事業者、気象情報会社等が参加し、データ利用権限のあり方等について、経済産業省が2017年5月に定めた「データの利用権限に関する契約ガイドライン」を踏まえて、議論を積み重ねてきたところである。このような取組は、日本の産業界全体で見ても、先導的な取組であり、世界の海事業界でも類例を見ないものであることから、今後の我が国海事産業の競争力強化に寄与することが期待されている。

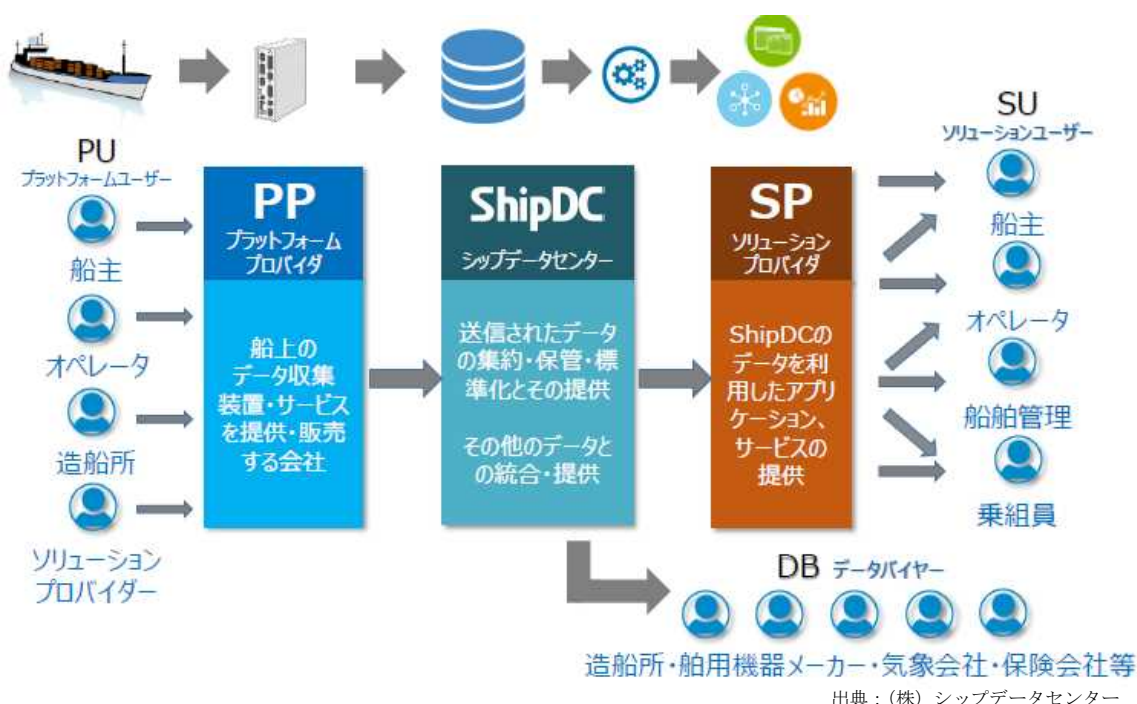


図 20 シップデータセンターの概要

3-4 ロードマップ策定とそれを踏まえた対応等について

3-4-1 技術開発の進展と対応する法令・制度等について

欧州においては、小型無人コンテナ船のような自動運航船の開発も進められているが、このような事例は当面、局所的、限定的な導入にとどまり、海上物流の大半を担う一般商船分野においては、国際条約等による制約や、船舶運航に伴う巨大な潜在的な安全・環境・経済的リスクから、一気に無人化が進むとは考えづらく、技術開発の進展及びユーザーのニーズに応じて、段階的に実証・導入が進むと想定することが妥当である。

自動運航船の実用化には、国際条約を含む様々な規則・基準との関係を整理する必要があるが、自動運航船に関する技術が急速に発展していることや、自動運航船に対するユーザーのニーズや期待が明瞭に収斂している段階では無いことを踏まえ、自動運航船の技術的発展段階及び社会・経済状況に柔軟に対応した形で、技術開発の促進と基準・制度等の見直しを車の両輪で進めていくことが、適切なアプローチである。

具体的には、技術開発と基準・制度の見直しを統合的に行うために技術開発の見通しと対応する基準・制度見直しの大枠を示したロードマップを策定し、産学官関係者の共通認識とすることが必要である。また、ロードマップを踏まえた、我が国としての IMO 戦略の方向性を確立することも重要であるとともに、国際条約の改正には時間を要することから、諸外国の動向も見据えつつ必要に応じ国内法令を先行して見直すことも検討すべきである。

あわせて、我が国海事産業の競争力向上につながるように、イノベーションの促進に関する支援措置を適切に講ずることも必要である。

3-4-2 ロードマップについて

船舶の運航は、操船、機関監視・制御、貨物管理・荷役、離着棧等の複数の船上業務（タスク）の組み合わせであり、そこで用いられる技術も一様ではない。また、自動運航船において、各業務に求められる機能や自律化の水準も、船種や大きさの他、個々のユーザーの経営戦略やニーズによって異なることが想定される。したがって、自動運航船の発展は、段階的かつ機能（=システム）ごとに、遠隔化・自律化のレベルが向上する形をとるものと考えられる。加えて、当該システムが機能すべく設計されている特有の条件（地理、交通状況、天候、時間等）を示す「作動条件」（ODD: Operational Design Domain) の概念も、特に操船タスクにおいては考慮する必要がある。

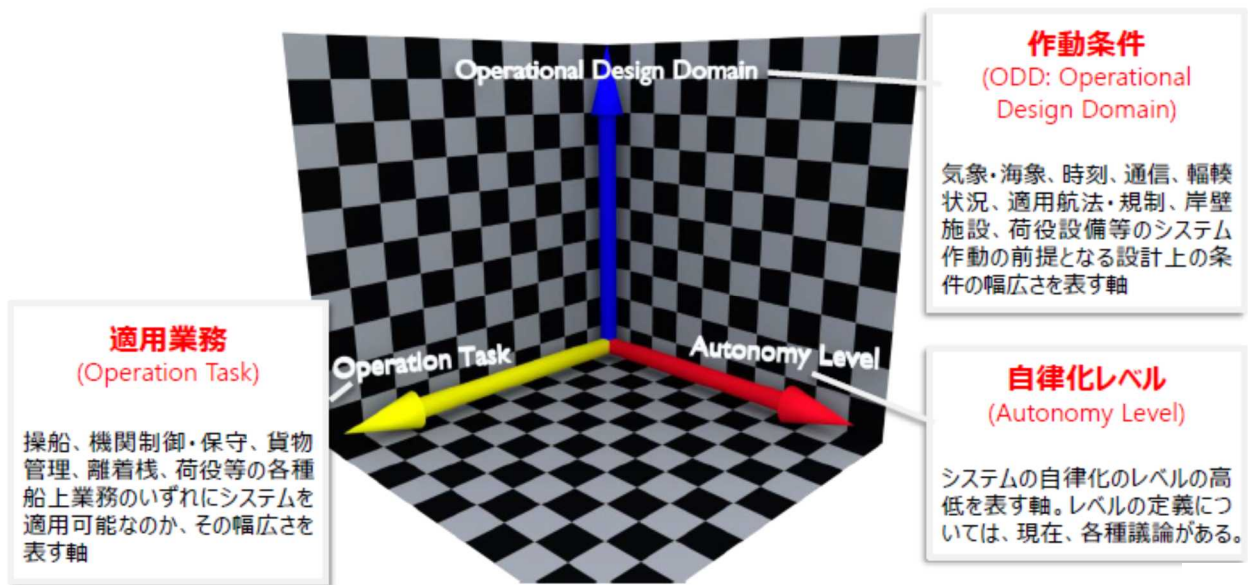


図 21 自動運航船の 3 つの進化軸

現段階で、自動運航船の進展の速度と方向性をはっきりと特定することは困難であるが、大きく区分することは可能であり、また有用であると考えられることから、フェーズ I、II、III の 3 類型で整理を行った上で作成したロードマップ案を別紙 1 に示す。

ここで、フェーズ I 自動運航船とは IoT 活用船に相当する船舶であり、陸上との通信を含む船舶のネットワーク環境が整備され、当該ネットワークを活用して、各種センサー等のデータを収集し、通信する機能が搭載されている船舶である。また収集データの分析結果に基づき、最適航路を提案したり、エンジン異常を知らせたりする等の判断支援機能が備わる。こういったフェーズ I 自動運航船の技術は、すでに一部で導入が始まっており、2020 年以降は、より普及が進むと考えられる。

フェーズ II 自動運航船は、最終的な意思決定者である船員に対して、システムが具体的な「行動提案」（例えば、機関異常の徴候を検知し、未然予防のための保守方法を提案）や「情報提示」（例えば、輻輳海域における高リスク船のハイライト表示）を行うことができる船舶である。船員は提案、提示された内容を参照しつつ、総合的・戦略的な判断を下すこととなるが、依然として各種判断や作業実行の最終意思決定者である。「行動提案」が承認された場合、システムは必要な行動を自律的に実行することができる。また、フェーズ自動運航 II 船では、陸上との一体化もより進み、陸上からのモニタリングにとどまらず船上機器の直接的操作も可能となる。フェーズ II 自動運航船は、フェーズ I 自動運航船と比較して、船舶のネットワーク機能がより強化、統合されたものとなり、収集されるデータもより大量なものとなる。船上機器は、システムとして統合され、相互に通信しながら一体的に機能することとなる。収集データを有益な「知見」に変換するデータ解析技術や人工知能（AI）

技術は格段に進化し、その「知見」は船員の最良の判断のためにフィードバックされる。このフィードバックは、船員がとるべき行動に関するシステムからの具体的な「行動提案」として行われたり、判断に必要な情報を整理して視覚的・聴覚的インターフェースを通じて提示したりすることで行われる。また、フェーズⅡ自動運航船では、ネットワーク化、システム化が高度に進むことからサイバーセキュリティの確保がきわめて重要な課題となる。フェーズⅡ自動運航船における「自律化レベル」、「適用業務」、「作動条件」は、一般的にはフェーズⅠ自動運航船より拡張されると考えられるが、その進捗は、技術開発動向、費用対効果、ユーザーニーズ、規制・制度の見直し動向等によって大きく左右され、必ずしも一様に拡張していくとは限らない。

フェーズⅢ自動運航船は、フェーズⅡ自動運航船の進化版であって、自律化レベルについては、緊急時以外は人間の介入が不要なレベル、適用業務は離着陸も含む、主要な業務が適用対象となり、システムの作動条件は、当該船舶の想定航路においても通常遭遇する条件に対応できるような船舶である。フェーズⅢ自動運航船の技術的構成を現段階で想定することは困難であるが、その自律性の高さから「船員が各種判断や作業実行の最終意思決定者である」とは一概には言えない領域が生じることが想定される。

フェーズⅡ自動運航船は、2020年よりも前に国内で先進的取組が開始され、2025年に向けてODDや適用対象機能の拡大、自律レベルの進化が徐々に進むものと考えられる。

2018年度から始まる自動運航船の実証事業に関する予算措置と平行して、遠隔による運航等に必要な船内外の設備の要件の整備等の措置を2020年目途に実施すべきである。なお、外航船については国際条約による対応が必要であり時間を要することから、まずは内航船について規制・制度面の見直し等を進め、実証運航等による実績を積み重ねたうえでIMOへの基準見直し等の提案を行い外航船への展開を進めることが適当である。また、フェーズⅡ自動運航船の技術開発・実証に応じて、新たに船員が必要とする能力の要件や、船員が当該能力を備えるための教育についても検討する必要がある。

フェーズⅢ自動運航船については、技術面の他に制度面の課題もあり普及に至るまでには相当の期間を要すると考えられる。また、民事・刑事責任の在り方も含む広範な検討が必要となる可能性があり、論点整理から合意形成に至るまでに議論に多くの時間を要すると考えられる。そのため、関係者による予備的な検討から着手すべきである。

なお、ロードマップとは別に、自動運航船の技術進展の程度を、その自律化のレ

ベルと各機能（システム）のマトリックスで表現すると、各々の自動運航船が全体からみてどういった位置づけにあるのかを知るために有用であると考えられることから、その原型を別紙2に示す。引き続き、関係者と議論を進め、当該マトリックスを策定することが適当である。

3-4-3 ロードマップを踏まえた IMO 戦略の方向性

革新的な ICT 等を活用した船員負担の軽減等による海難原因の大半を占めるヒューマンエラーの抑止により海上安全のより一層の向上を図るため、自動運航船（MASS: Maritime Autonomous Surface Ship）の導入を円滑に行うための国際ルールの整備を実施するものとする。

技術開発の状況やフェーズⅡ自動運航船及びフェーズⅢ自動運航船の考え方を踏まえ、IMO においてすべきこと（課題や論点）をフェーズ毎に整理したうえで、フェーズⅡ自動運航船の実現にむけて、既存条約体系をベースとした同等効力や免除の規定の統一的運用のための非強制ガイドラインの策定や最低限必要な条約改正を目指す。

また、フェーズⅡ自動運航船に係る作業と並行して、フェーズⅢ自動運航船の実現にむけて、関係条約の目標指向型体系への転換（抜本改正も検討）を目指すこととする。

3-4-4 イノベーション促進のための措置

自動運航船に関する技術開発については、一般商船については、国際条約上の制約等もあり段階的な発展、導入が進むものと考えられる。したがって、ロードマップを踏まえた戦略的対応を行い、引き続き、技術開発のための補助金や基準策定のための実証予算の確保に努めるべきである。

自動運航船の実用化には実海域における実証が不可欠である。フェーズⅡ自動運航船実現のコア技術となる自律操船技術、遠隔制御技術、自動離着棧技術等について2018年度以降、できるだけ早期に実証できるように官民が連携して取り組むべきである。また、自動運航船向けの新しい技術を導入した船舶を実海域で運航させるにあたり、どのような事項に配慮することが望ましいか等を整理する等、実証のための運航を円滑に実施可能とするような方策について速やかに検討を行うべきである。

自動運航船の技術開発・実証に応じて、新たに船員が必要とする能力の要件や、船員が当該能力を備えるための教育についても検討を行うべきである。一方、運航に伴う安全面、環境面及び経済面のリスクの比較的小さい小型の船舶では、船上が無

人の無線遠隔操縦の船舶等を海洋観測・監視、海上警備等の目的で開発、導入する動きが出てきていることから、このような船舶を安全に運用できるように法令の適用関係を整理する等、必要な措置を講ずるべきである。

3-5 海事産業のデジタル化への対応

3-5-1 システム化・モジュール化の進展とそれへの対応

自動運航船の開発、実用化の進展に伴い、より高い自律性が機械側に付与されることとなる。これまで各種の船上タスクにおいて船員が行っていた認知し、判断し、操作するという行為のループの一部又は全部に機械が介在することとなる。このような技術開発動向は、必然的に船舶の機能ごとのシステム化・モジュール化を推し進めることとなる。

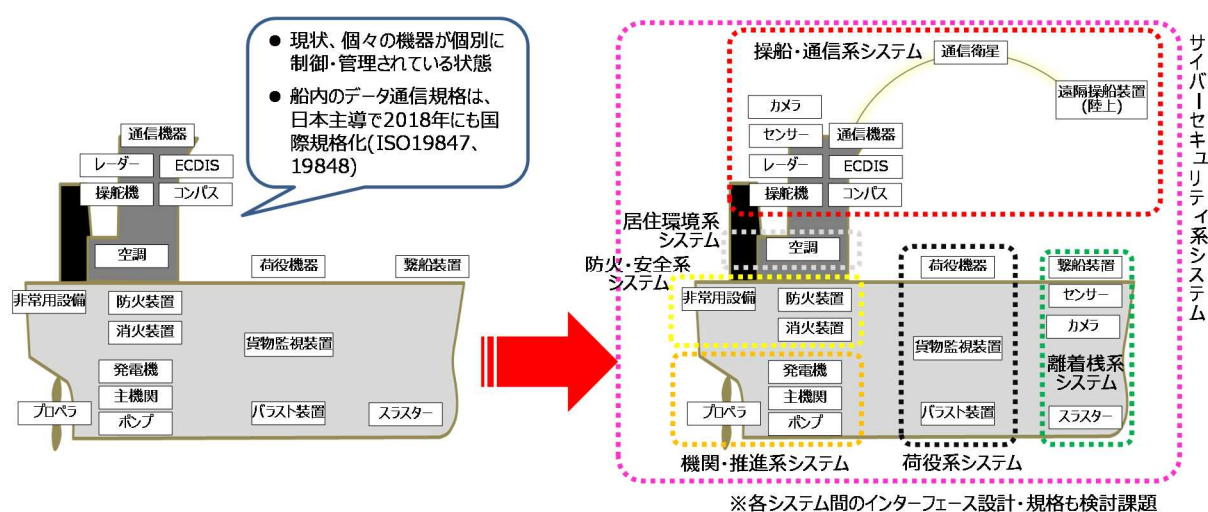


図 22 システム化・モジュール化のイメージ

「3-2-3 IoT 活用船から自動運航船に向けた展開」で述べたとおり、船用機器の IoT 化、ICT 化進展や船内機器の通信規格の整備等により、より多くの機器が通信ネットワークに接続されるようになり、これまで個々の機器が独立して機能していた状況から、機器同士を接続し、統合的に運用するシステムインテグレーションの環境が整ってきたところである。

個々の船用機器を適切に組み合わせることで基準に求められる要件をクリアし、所要の機能を実現する役割は、これまでは造船所が担っていたが、多くの機器同士がネットワークで接続され、機能ごとのシステム化・モジュール化が高度に進むにつれて、こういった役割を船用工業事業者が担うようになる可能性も考えられる。すでに自動車産業において起こっている産業構造のシフトであり、海事産業においても、欧州においては、そのような役割を担う企業が誕生しつつある。

自動運航船をはじめとした、これからの船舶の性能や付加価値は、各システムの

優劣によって大きく左右されるようになることから、個々の機器を統合し、優秀なシステムを設計・供給できる者（システムサプライヤー（造船所・船用工業事業者・エンジニアリング企業を問わず、そのような役割を果たせる者をここでは「システムサプライヤー」と呼んでいる。））の育成が今後の産業競争力の維持・向上には不可欠である。

このため、このようなシステム化・モジュール化の技術トレンドを踏まえ、国としても造船所や船用工業事業者の単独又は連携によるシステム化・モジュール化の開発・事業化を支援する措置を検討することが必要である。

3-5-2 デジタライゼーションの潮流とそれへの対応

自動運航船は、広く海事業界で進むデジタライゼーションの一側面であって、設計、生産、運航の全局面でデジタライゼーションの潮流に呼応して、i-Shipping の各施策も深化していくことになる。

運航時等のデータを設計、生産に反映させ、様々な検討をデジタル空間上のシミュレーションで可能とするデジタルツイン技術等の開発、導入により船舶の設計、生産、運航の全局面の生産性を上げることが可能となることから、産学官が共同でこういった取組を加速する必要がある。

また、デジタライゼーションにおいては、データの円滑な流通と利活用が重要であり、シップデータセンターが円滑な運営を行い、業界で活用されることに大きな期待が向けられている。このため、シップデータセンターを中核とした安全なデータ流通の円滑化や、データ利活用の高度化の取組等を促進していくことが重要である。具体的には、民間事業者における協調領域のデータ共有基盤の構築等に関する事業を認定・支援する、産業データ活用促進事業などの制度を活用することも検討すべきである。

3-5-3 デジタライゼーションに対応した安全基準や検査・測度制度のあり方

デジタライゼーションに対応した安全基準の在り方についても検討を行うことが重要である。具体的には、データを活用した合理的なルール作成に関する方法（ガイドライン等）に関して、産学官で検討を進め IMO に提案を行うべきである。

また、デジタライゼーションにより、最適な安全レベルの確保、精緻なシミュレーションの実施、検査データの蓄積に基づく「個船カルテ」や高度な予防保全に基づくリスクベース検査（時期、内容等を必要に応じて設定）等が実現できる可能性が高まることから、新時代にふさわしい検査・測度制度のあり方についても検討を進める必要がある。

具体的には、遠隔技術を活用した検査・測度として、例えば、

- ・遠隔船舶検査（画像・音声による合否判定）
- ・遠隔船舶測度（熟練測度官の遠隔指示による現場測度）など

については、既存技術の応用により実現できる可能性もあることから、速やかに試行（トライアル）を実施し検証を進めるべきである。

また、画像・データを活用した検査・測度として、例えば、

- ・船舶検査（現場立会）に代わる機関の運転実績データ活用の可能性
- ・船舶測度の簡素化への3次元設計データ活用の可能性 など

については、課題の抽出や解決策の検討を進めるなど、実現に向けた取組を加速すべきである。

また、法令に基づく行政手続き全般に関して、携帯端末なども広く普及した現況下、必要なシステムが整備され電子的な手続きが可能となり、ユーザーの利便性が向上している事例が多く見られる。このため、検査・測度制度についても、手続きや管理負担を抜本的に改善するため、事務手続きの電子化や電子証書の取組を推進することが重要である。

4. j-Ocean

4-1 マーケットの現状

海洋開発分野は1隻当たりの受注金額やそれに占める設計費の割合が高く、技術力に優れる企業にとっては魅力的である。また、中長期的な世界のエネルギー需要の拡大に伴い、海洋からの石油・天然ガスの生産量も伸びるものと考えられている。

しかしながら、日本近海では石油・ガスが生産されていないため、商船分野のようなクラスターが育っていない。また、設計・建造や運営に特殊なノウハウを必要とすることから参入障壁が高く、海洋向けの船舶や浮体施設建造における日本のシェアは微小に留まっている。

このような中、北海・メキシコ湾では主要事業者が固定化しており参入が難しいため、日本の造船業は、海洋の資源埋蔵量が大きいブラジルを重点地域として、投資と進出を推進。国土交通省も進出を後押ししてきた。

しかしながら、2014年後半から油価が下落し、海洋への投資が全世界的に停滞したことに加え、ブラジル特有の巨大なカントリーリスクの表面化によって、投資計画等の中断と受注済案件のキャンセルが頻発。ブラジル進出と並行して、海外企業からの下請け建造等により、国内で浮体式石油生産貯蔵積出設備（FPSO）の船体部の建造等も行われたが、海洋開発用の船舶は艤装中心であり、船殻建造で高い生産性を誇る日本の強みを生かし切れず、また、頻繁な設計変更や煩雑な図面承認・工事監督による手戻りの発生により生産現場の混乱も発生した。

このような状況を受けて、市況回復までの時間を将来のために有効に活用し、戦略を練り直す必要があるとの認識のもと、答申においては、機器類のパッケージ化等のこれまでになかった連携も含めた技術力強化、海洋に特化した人材の育成、ナショナルプロジェクトへの参画を通じた経験値の向上、海運・エンジニアリング・造船・船用の間の企業間連携の強化、海運会社による O&M (Operation and Maintenance) 分野への進出支援等に取り組むことが提言された。

この提言を受けて、国土交通省では、海洋開発分野の人材育成に向けた教材策定等を着実に進めるとともに、企業間連携の強化に向けて、経済産業省とも連携しつつビジネスマッチング等を推進してきた。また、海洋政策本部の意見書を受けて、石油会社やエンジニアリング会社などの上流企業と製造業の情報交流の場である海洋資源開発技術プラットフォーム（以下「プラットフォーム」）が 2017 年 6 月に設立されたが、その設立にも協力し、企業間連携の強化を図ってきたところである。

これらの取り組みの結果、機器類のパッケージ化の実現に向けた検討が民間企業の連携の下で進められるなど、一定の成果が出始めているが、2014 年後半から続く油価の低迷により海洋開発分野の投資が停滞していることも影響し、受注実績や O&M 分野への進出実績を大きく伸ばすまでには至っていない。

一方で、昨年からの油価回復もあり、企業の投資マインドは上向しているとされ、2020 年代半ばまでに 2014 年レベルまで市況が回復する見通しもある中、今後 5 年が、力を蓄えて先行する欧米に追いつく最後のチャンスであると考えられる。このため、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 (j-Ocean)」を一層強化し、これまでの取り組みをさらに深化させ、市場獲得に向けた取組を加速すべきであり、次節以降に提言する取り組みを進めていくことが必要である。

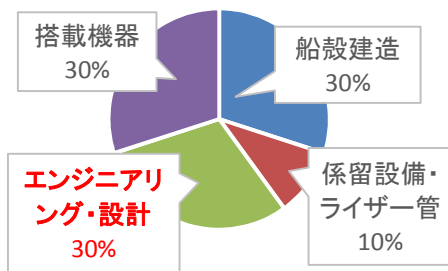


図 23 FPSO の費用内訳

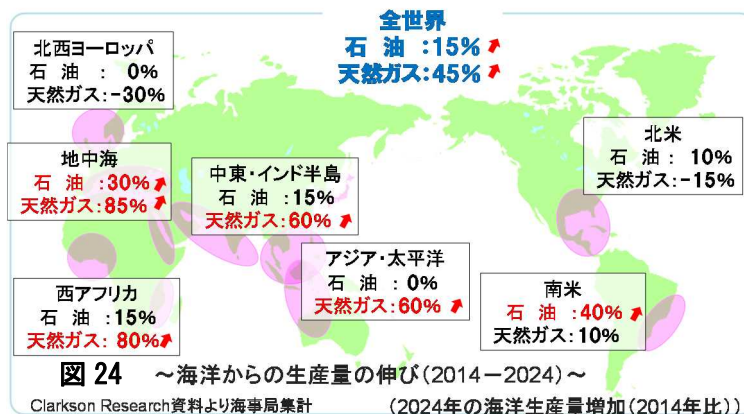
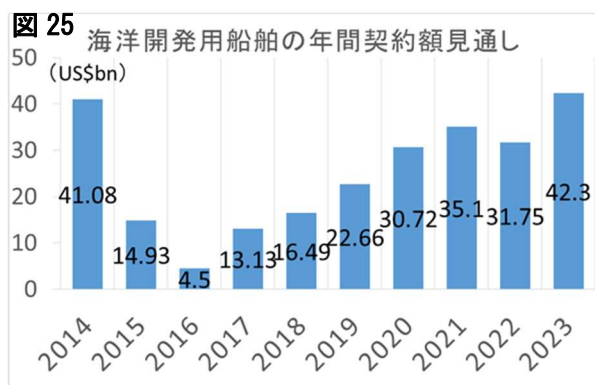


図 24 ~海洋からの生産量の伸び(2014-2024)~



Clarkson Research 資料より海事局集計

- 1隻当たりの受注金額やそれに占める設計費の割合が高く、技術力に優れる企業にとっては魅力的。(図 23)
- エネルギー需要の拡大に伴い、海洋からの石油・天然ガスの生産量も増大見込み。(図 24)
- 市況は、2020年代半ばまでに2014年レベルまで回復する見通し。(図 25)

4-2 対処すべき課題と対応策

4-2-1 エンジニアリング強化に向けた海洋資源開発技術プラットフォームの活用

エンジニアリング費の割合が高い海洋開発市場の果実を真に享受するためには、エンジニアリングビジネスを手がけていく必要があり、ナショナルプロジェクトのような具体のプロジェクトへの参画を通じてエンジニアリングを磨くことは、そのための有効な方策である。

このために、プラットフォームの活用等により上流企業・製造業が一体となったナショナルプロジェクトの構築を目指すことは現実的な取組であり、国によるサポートを期待する声もあがっている。

また、領海・EEZ 開発に関するナショナルプロジェクトであるメタンハイドレート開発は、将来の商業化に向けて引き続き取り組みが進められている。将来的に我が国海事産業が領海・EEZ 開発に貢献していくため、プラットフォームを通じた情報収集やその先の具体的な検討につなげていくための取組の必要性を訴える声もある。

これらの背景を踏まえ、以下の取組を進めていくことが必要である。

海事局が平成30年度から開始する新たな技術開発支援制度(海洋資源開発関連技術高度化研究開発補助制度)等により、プラットフォームの場の活用等による上流

企業のニーズを踏まえた具体プロジェクトの組成と実施を促進すべきである。また、具体のプロジェクトの一例であるメタンハイドレート産出試験等に我が国海事産業が貢献していくための第一歩となる情報収集・分析に向けて、プラットフォーム等を通じた情報交流が促進されるように取り組むべきである。

さらに、技術力の強化と人材育成は一体として取り組んで行くことが重要であることから、平成 28 年 10 月に設立された産・学・官・公による「日本財団オーシャンイノベーションコンソーシアム」との連携を引き続き図っていくべきである。

4-2-2 我が国の優れた技術の普及と O&M ノウハウの獲得に向けた取組

浮体式洋上風力発電施設は、近年世界的にも関心が集まりつつあり、各国で実証試験等が進められている。我が国は、長崎県五島沖（環境省）、福島県いわき沖（経済産業省）の 2 つのプロジェクトにより、この分野では世界で最も先進的な技術を有する国のひとつとなっている。

また、自律型無人潜水機（Autonomous Underwater Vehicle : AUV）の主要メーカーは、現状、海外事業者であるが、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の研究開発課題のひとつである「海のジパング計画」（次世代海洋資源調査技術）において、世界で初めて単一の中継機による複数機 AUV の同時制御に成功するなど、我が国にも優れた技術が存在することが明らかとなっている。

我が国は、海洋開発全般で見ると後発組であるが、中には世界でもトップクラスの技術も存在することから、これらの技術を世界に先んじて実用化し、普及させていくための環境を整備していくことにより、海洋開発市場を獲得する端緒としていくことが必要である。

このほかにも、日本が一般商船で培った技術に対する信頼は、海洋開発に携わるエンジニアリング会社等においても広く認識されており、この信頼を端緒として海洋開発分野にビジネスフィールドを広げることは十分に可能と考えられる。コスト低減やトラブル時の窓一元化などのメリットから、海洋開発分野のユーザー（エンジニアリング企業等）の調達においては、機器単体ではなく、パッケージを指向する傾向が強まっていると言われる中で、このニーズに、信頼の高い日本の技術を結集して応えていくことも、海洋開発市場の獲得に必要であると考えられる。

一方で、技術を展開するに当たっては、ユーザーや現場のニーズを継続的に、かつ、的確に把握することが必要不可欠である。このため、我が国海事産業が海洋開発分野に進出するにあたって O&M のノウハウを獲得することは非常に重要であり、我が国海運会社が海洋開発分野の O&M への進出に向けた取組を継続する中、公的ファイナンス（海外交通・都市開発事業支援機構（JOIN））の活用は有効な方策であると

考えられる。

JOINにおいては、平成26年10月の設立以来、2017年12月までに交通案件4件、都市開発案件7件の11件の事業支援が承認されたが、現状、油価下落に伴って、海洋開発・資源輸送案件に対する新規投資が停滞又は中止となっていることも影響し、海事分野における支援の実績は未だ存在しない。

海運会社からはJOINの活用に期待する声が聞かれる一方で、その制度上の複雑さも手伝い、往々にして誤解が生じている実態も確認されている。しかしながら、JOINの公的位置づけもあり、事業者にとっては、JOINに対して単に相談することすら心理的ハードルが高く、その解消が重要な課題との声も聞かれる。

このため、以下の取組を進めていくことが必要である。

浮体式洋上風力発電施設の構造の簡素化等につながるように、我が国の優れた建造技術をベースとして、国際標準（IEC）にもらみつつ、その合理的な安全設計要件の構築を進めるべきである。その際、合理的な検査手法についても検討し、浮体式洋上風力発電施設の建造、設置から維持管理に至るまでトータルで我が国の強みを活かせるような環境を整えていくことが重要である。

なお、浮体式洋上風力発電については、ノルウェーの Statoil が、スコットランドで合計30MW（6MW風車×5基）のウィンドファームを2017年10月より運用しており、我が国の導入量を追い抜いている。このように世界は急激に追い上げてきており、我が国としては、せつかくの優位性を失って後塵を拝することが無いように、速やかに必要な施策を展開していくことが必要である。

また、AUVの今後の実際の活用事例も想定しつつ、我が国の優れたAUVの技術を生かしながら安全に運用するための要件を整理し、ガイドライン化することにより、その普及環境を整備すべきである。なお、ガイドラインを整理するに当たっては、技術的観点のみならず、輸出入規制などのビジネス上の制約等についても併せて整理することで、一層の普及を目指すことが望ましい。

さらに、海洋開発分野のユーザーの調達において、パッケージ化のニーズは確実に存在し、かつ、我が国の優れた技術の組み合わせによりこれを実現していくことは十分可能と考えられる。パッケージ化に取り組むことは、海洋開発分野の果実を享受するためのエンジニアリングビジネスへの挑戦の側面もあり、極めて重要である。

また、海洋開発分野のO&Mを手がけていくことは、安定収入の観点からも重要であるが、機器の故障等の不測の事態が生じた場合の損失が大きくなりがちであることから、我が国の技術を生かしてリスク低減やコスト低減を図ることも重要である。

平成30年度より開始する海洋資源開発関連技術高度化研究開発補助制度の運用に

当たっては、これらの視点を十分に考慮していくべきである。

一方、JOIN の活用に向けて、O&M のノウハウ獲得につながるような FPSO、FSO、FSRU、FLNG 等の浮体施設や関連船舶に関する案件の発掘を行うとともに、海事局が中心となり、JOIN による支援のメリットや支援条件等をこれまで以上に丁寧に説明しつつ国内関係者間の調整を行うことで、円滑な案件組成を図るべきである。

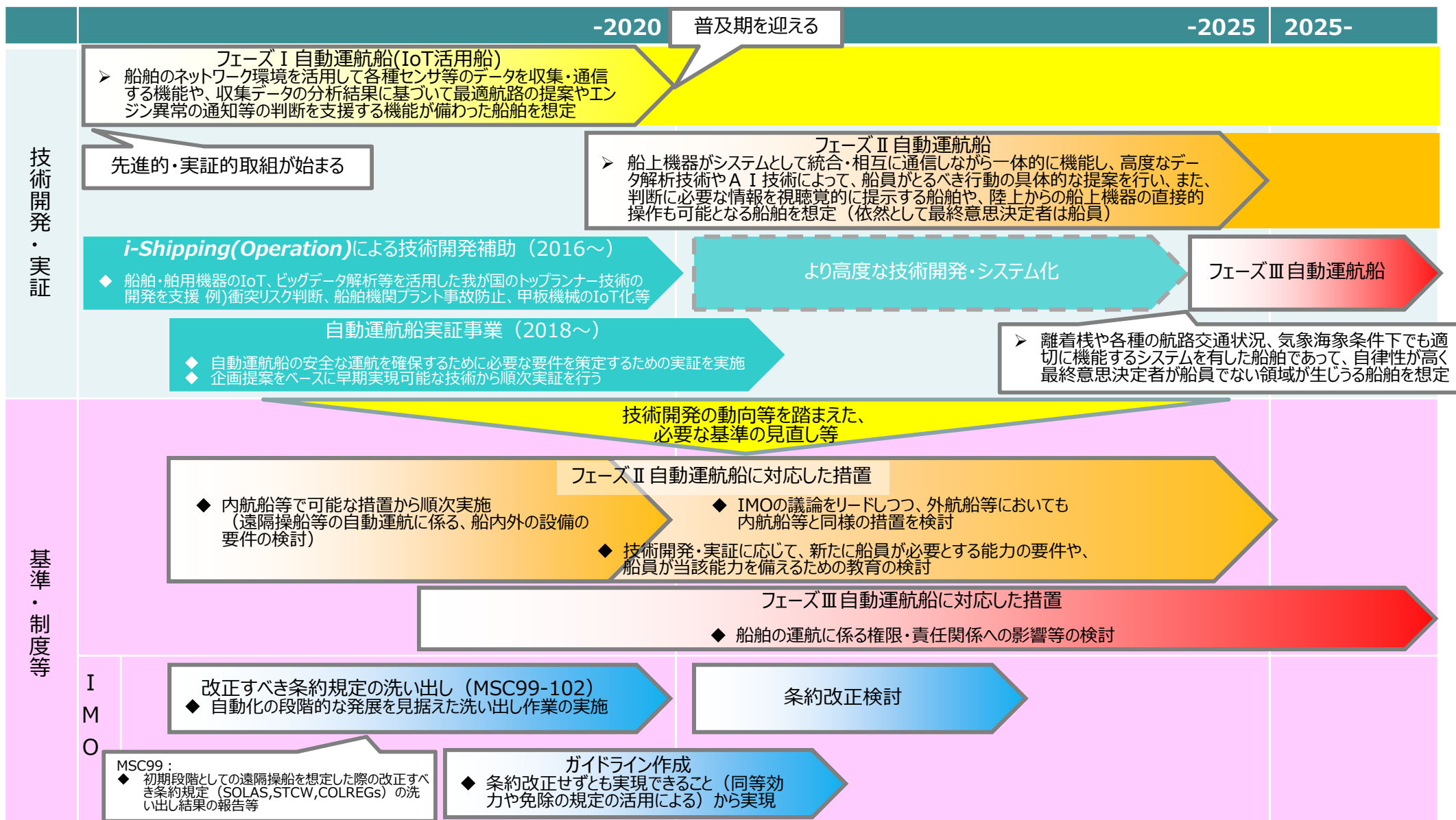
5. その他

現在、答申に基づき、2025 年に世界の新造船建造シェア 30%の獲得を目標として海事生産性革命を推進しているところであるが、当該目標の確実な達成のためには、主要な施策について定期的にレビューを行い、必要な改善を図ることが肝要であると考えることから、レビューを行うための数値化指標等を設定すべきである。

自動運航船の実用化に向けたロードマップ案



- ✓ 技術開発の動向を踏まえて、基準・制度が足枷とならないように可能な措置を順次講じていく。
- ✓ フェーズⅡ自動運航船は、2020年よりも前に国内で先進的取組が開始されると見込まれ、技術開発・実証を積極的に支援するとともに、基準・制度等についても内航船等で可能な措置から実施。また、IMOの議論をリードしつつ、外航船等においても内航船等と同様の措置を検討。
- ✓ フェーズⅢ自動運航船は、船舶の運航に係る権限・責任関係への影響等の検討など、技術的側面以外の内容を含めて中長期的に検討。



- 実務的には、自動運航船のレベル分けは、下記のようなマトリックスで表現できると考えられる。
- 各船舶の自律化レベルを総合的に把握したり、各要素技術が、全体から見て、どの位置にあるのかを把握するうえで有用とも考えられる。

自律化レベルと構成システムのマトリックス (イメージ)

自律化レベル 構成システム	レベル1 (船上での 意思決定支援)	レベル2 (船上及び陸上で の意思決定支援)	レベル3 (積極的な 人間参加型)	レベル4 (人間監視型)	レベル5 (完全な自律)
操船・通信系システム					
機関・推進系システム					
防火・安全系システム					
荷役系システム					
離着棧系システム					
居住環境系システム					
サイバーセキュリティ系システム					