

第 6 章 クリーンな海の確保

第 1 節 船舶からの CO₂ 排出量削減・抑制対策

(1) 船舶からの CO₂ 排出量の現状

現在問題となっている地球温暖化の支配的な原因は、人間活動による温室効果ガスの増加である可能性が極めて高いと考えられており、CO₂ は地球温暖化に及ぼす影響が大きな温室効果ガスである。

国際海運から排出される温室効果ガスは、そのほとんどが CO₂ であり、2014 年の国際海事機関 (IMO) の調査によると、2012 年の排出量は、約 8 億トンである。これは、世界全体から排出される CO₂ の総排出量の約 2.2% であり、ドイツ 1 国分の排出量に相当する。また、世界経済の成長を背景に世界の海上輸送の需要は今後も増加傾向にあり、国際海運からの CO₂ 排出量についても増大すると予測されている。

内航海運から排出される CO₂ 排出量は、約 1 千万トン (2013 年度) である。国内全体からの CO₂ 排出量のうち、運輸部門からの排出量は全体の約 2 割、内航海運からの排出量は運輸部門の約 5% を占めている。

(2) 国際海運からの CO₂ 排出削減・抑制の取組

世界全体の地球温暖化対策は、国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) 締約国会議 (COP) において議論されており、国際海運からの温室効果ガス排出については、京都議定書第 2 条第 2 項に基づき、国連の専門機関である国際海事機関 (IMO) において削減・抑制対策を追求している。国際海運からの CO₂ 排出の特徴として、便宜置籍、第三国間輸送等の特有の事情から特定の国に帰属させることが困難であることが挙げられる。また、国際海運は世界単一の市場であるため、全ての外航船舶に対し一律に規制を適用し、新たな規制が市場を歪曲させないことが重要である。

前述のとおり、国際海運からの CO₂ 排出量の増加が不可避な状況であることから、我が国としては、経済成長と CO₂ 排出削減の両立の観点から、船舶のエネルギー効率の向上が CO₂ 排出削減のための最も効果的な対策と考えている。したがって、我が国は、我が国海事産業が有する世界トップレベルの技術力を背景として IMO における国際基準策定を主導することにより、海事産業の国際競争力強化を図っている。

国際海運からの CO₂ 排出削減のための IMO の具体的な取組として、先進国、途上国の別なく世界一律に適用する燃費規制を導入する海洋汚染防止条約 (MARPOL 条約) の一部改正が我が国主導の下採択され、2013 年 1 月から規制が開始された。同改正により、排他的経済水域を越えて航行する総トン数 400 トン以上の全ての船舶に対し、「船舶エネルギー効率マネージメントプラン」(SEEMP: 船舶の省エネ運航計画) の策定が義務付けられるとともに、新造船に対しては「エネルギー効率設計指標」(EEDI: 1 ト

ンの貨物を 1 マイル輸送する際の CO₂ 排出量を評価する指標) が基準値に適合することが求められている。このような条約に基づく世界一律の CO₂ 排出規制は、他の産業分野に先駆けて、国際海運分野において初めて導入されたものである。なお、EEDI 規制値は、規制開始以降段階的に (0 次～3 次) 強化されることとなっており、2015 年 1 月から 1 次規制が実施されている。また、2 次規制については、2020 年 1 月から開始されることが決定されている。3 次規制の実施については、2 次規制同様、IMO において、省エネルギー技術の開発状況等をレビューした上で実施されることとなっており、規制の適確な実施を我が国海事産業の国際競争力強化につなげるため、レビューを主導していく。

更に、IMO では、国際海運全体のエネルギー効率の一層の改善を目指し、更なる対策の実施に向けた議論を行っている。2016 年 10 月に開催された第 70 回海洋環境保護委員会 (MEPC70) では、日本主導の下、総トン数 5,000 トン以上の国際航海に従事する全ての船舶を対象に、燃料消費量、航海距離及び航海時間を、2019 年から IMO に報告することを義務付ける燃料消費実績報告制度 (各船舶の燃料消費実績を「見える化」することで、船舶からの温室効果ガス削減を促す) を導入する MARPOL 条約改正案を採択するとともに、IMO における温室効果ガス (GHG) 排出削減に向けた今後の取組を定める IMO GHG 削減戦略を 2018 年に策定すること及びそのための具体的な作業スケジュールを定めたロードマップを決定した (図表 I-6-1 参照)。

(3) CO₂ 排出削減・抑制に向けた技術開発 (次世代海洋環境関連技術の開発)

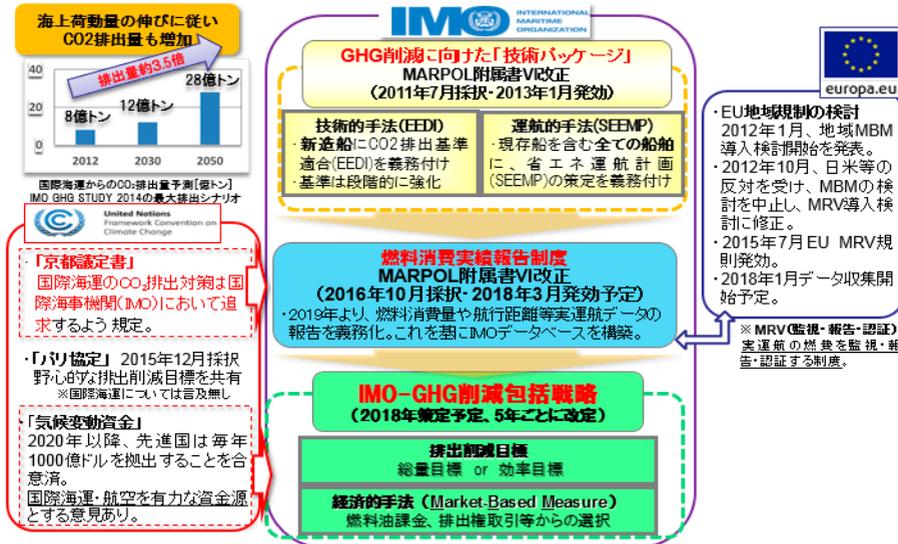
前述のような国際基準化が進むと、エネルギー効率に優れた船舶の普及が進むこととなる。我が国においては、省エネルギー技術を核とした国際競争力強化を図るため、EEDI の国際基準化に先立って、30% の省エネルギーを目指した技術開発プロジェクトを実施した (2009 年度から 2012 年度、官民総額 90 億円)。今後も予想される省エネルギー需要、規制強化に先手を打つため、2013 年度からは更なる省エネルギーを目指した技術開発支援事業 (次世代海洋環境関連技術) を行った (2013 年度から 2016 年度、官民総額 40 億円)。

技術開発の分野は、船体分野 (4 件)、機関分野 (5 件)、推進分野 (1 件)、次世代推進プラント分野 (2 件)、燃料転換分野 (4 件)、運航分野 (2 件)、再生可能エネルギー分野 (1 件) の合計 7 分野 19 件であり、メーカーや造船所、海運事業者等が連携して取り組んだ。

(4) 内航海運における省エネルギー対策

2015 年 12 月に開催された気候変動枠組条約第 21 回締約国会議 (COP21) において、2020 年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組みとして、「パリ協定」が採択された。我が国は、2030 年度に 2013 年度比 26% 削減という目標を含む約束草案を条約事務局に提出しており、その目標達成に着実に取り組むため、2016 年 5 月、地球

図表 I-6-1 国際海運からの温室効果ガス (GHG) 削減に向けた議論



温暖化対策計画を閣議決定した。運輸分野の1モードである内航海運についても、我が国約束の確実な実施に向けて相応の貢献が必要であり、今後、さらなる省エネルギー化やモーダルシフトの推進が求められる。

内航海運の省エネルギー化については、(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構の共有建造制度(二酸化炭素低減化船等に対し金利を優遇)や船舶に係る特別償却制度(環境性能に優れた船舶に対し税制を優遇)の活用に加え、経済産業省との連携による革新的省エネ技術の実証事業を実施しているところである。これらの制度の活用により最新技術を採用した省エネルギー船(省エネ機器等により燃費を向上させた船)が建造・就航されるなどの動きが顕在化している状況である。

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構の共有建造制度や船舶に係る特別償却制度を活用して建造された省エネルギー船は28隻(2015年度)である。

経済産業省と連携して、内航海運の更なる省エネルギー化を促進するため、2016年度、革新的技術の導入による船舶の省エネルギー化を目指した実証事業を実施しており、6隻の省エネルギー船を建造中である。2017年度も引き続き、内航海運における省エネルギー対策事業を実施し、日本の最終エネルギー消費量の約2割を占める運輸部門において、内航海運における省エネルギー対策を推進することを目的として、革新的省エネルギー技術(ハード対策)と運航・配船の効率化(ソフト対策)を組み合わせさせた船舶の導入を目指した実証事業を実施する事業者に対し、支援することとしている。

図表 I-6-2 内航船「省エネ格付け」制度(暫定版)

制度の概要

本制度は、事業者から任意で申請頂いた内航船舶について、燃料消費削減率に応じて格付け(☆の付与)を行うとともに、具体的な省エネ対策内容、コストや燃料消費削減率等を事例として公表し、他の事業者が船舶の省エネ化を図る契機とする。

<評価方法>

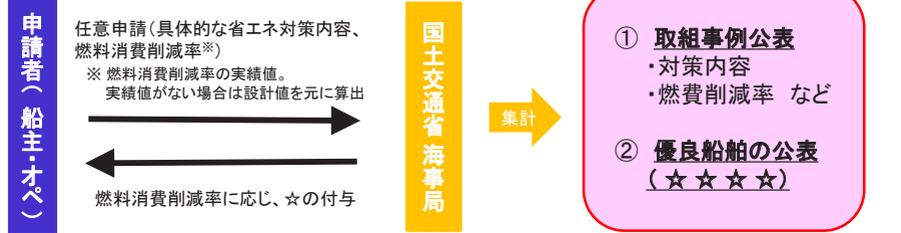
2000年水準からの燃料消費削減率に応じ、右表の区分に基づき☆を付与



船舶評価	★	★★	★★★	★★★★
対策区分				
① 設備導入・設計による措置	0%超過5%未満	5%以上10%未満	10%以上15%未満	15%以上*
② 運航改善による措置	0%超過1%未満	1%以上3%未満	3%以上5%未満	5%以上
③ ①及び②の組合せによる措置	0%超過5%未満	5%以上10%未満	10%以上15%未満	15%以上*

※天然ガスへ燃料転換した場合は、改善率に依らず一律でこの区分に該当

制度運用のイメージ



また、2016年2月に、国土交通省海事局において「内航海運の省エネルギー化の促進に関する検討会」を設置し、同年6月に報告書を取りまとめた。同報告書では、地球温暖化対策計画に基づき、2030年度までに内航海運からのCO₂排出量を157万t-CO₂削減する目標の達成のためには、新造船だけでなく既存船においても省エネルギー対策が必要であり、事業者が省エネ対策の効果を設計・企画段階で「見える化」する内航船「省エネ格付け」制度の構築を検討すべきこととしている。これを踏まえ、2017年度より内航船「省エネ格付け」制度を暫定的に導入し、2年間の検証期間を経た後、2019年度から本格運用を開始する予定である。

第2節 船舶からの大気汚染防止

(1) 船舶からのNOx削減対策

近年、環境問題への関心が高まっている中、人体への悪影響や酸性雨等を引き起こす原因となる窒素酸化物(NOx)等、大気汚染物質の排出が世界的な問題となっている。IMOでは、船舶から排出されるNOxについて、1次規制を2005年から実施した上

で、更なる規制強化の検討が行われてきた。

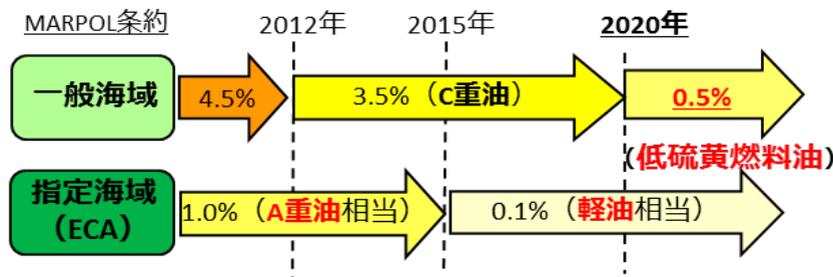
2006 年から開始された IMO の審議において、規制強化は 2 段階（2 次規制、3 次規制）で行うこと、2 次規制は 1 次規制値から 20% 削減とすることを決定した。3 次規制については、大気環境の改善が必要な特定の沿岸域を指定海域（ECA：Emission Control Area）として限定して、1 次規制値から更に 80% 削減することが規定されている。

2 次規制は 2011 年 1 月より実施、そして 3 次規制は、2016 年 1 月から実施されている。3 次規制の導入時期について、一部の国が延期を主張する中、我が国は当初の予定どおり 2016 年 1 月 1 日から開始とすることを他の先進国と協調して IMO で主張し合意に導くなど、国際海運からの大気汚染物質の削減の議論に積極的に貢献している。

（2）船舶からの SOx 削減対策

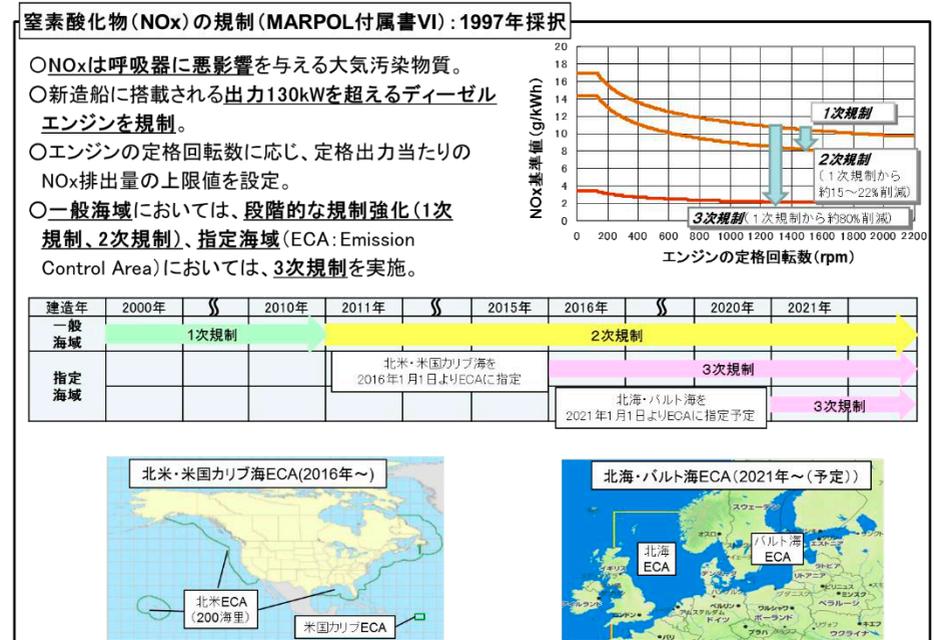
船舶からの排ガス中の硫黄酸化物（SOx）は、呼吸器疾患など人体へ悪影響を及ぼす大気汚染物質である。排ガスに含まれる SOx の量は、燃料油に含まれる硫黄分濃度に依存するため、海洋汚染防止条約（MARPOL 条約）附属書 VI で、燃料油の硫黄分濃度を外航・内航問わず、世界一律で規制している。当該規制は段階的に強化していくこととなっており、現在、厳しい規制が適用される指定海域（北米・米国カリブ海及び北海・バルト海）では 0.1% 以下（軽油相当）、それ以外の全ての海域（一般海域）では 3.5% 以下（C 重油）の硫黄分濃度の燃料を使用している。段階的強化のスケジュールは図表 I—6—3 のとおりで、特に一般海域では 2020 年 1 月 1 日以降 0.5% 以下とする条約改正が 2008 年に採択されている。

図表 I—6—3 一般海域及び指定海域の硫黄分規制の段階的強化について



同条約では、2020 年 1 月 1 日からの一般海域 0.5% 規制については、低硫黄燃料油の需給状況等に関するレビューを 2018 年までに完了し、2020 年からの実施が不可能と判断された場合、2025 年 1 月 1 日に開始することが規定されている。これを受け、2016 年 10 月の第 70 回海洋環境保護委員会 (MEPC70) において、IMO 事務局より、2020 年の

図表 I—6—4 船舶からの Nox 規制概要



需要に見合う燃料油の供給が可能とするレポートが提出され、審議の結果、2020 年 1 月 1 日からの開始が確定された。

本規制への対応方法として主に次の 3 つの手段が挙げられる。

1 つ目は、同規制に適合する低硫黄燃料油を使用することである。規制対応のために追加設備を搭載しなくて良い一方で、低硫黄燃料油が確保できるか、当該燃料油の品質は適切か、どのように価格が設定されるかが不透明である。

2 つ目は、同等措置として排ガス中の SOx を減少させる排気ガス洗浄装置（スクラバー）を船舶に新たに設置することである。排気ガス洗浄装置を搭載するため、初期費用は掛かるが、引き続き高硫黄 C 重油を使用し続けることができ、燃料コストを抑制できる可能性がある。

3 つ目は、硫黄分を含まない LNG 燃料等の代替燃料を使用することである。LNG 燃料タンクや LNG 用エンジンを搭載することになり、初期費用が通常よりも高くなるが、LNG 燃料を使用することで、NOx、PM や CO₂ の排出も抑制することができる。普及にあたっては、今後、陸側の LNG 燃料供給インフラの整備が必要となる。

本規制への対応に関しては、低硫黄燃料油の供給、品質、価格やスクラバー導入に関する情報提供、燃料油の供給サイドも含めた SOx 規制対応に関する情報交換を行う

場の設置などの要望が事業者より表明されている。

これを踏まえ、国土交通省としては、2017年2月に海運業界、関連業界等と国の関係部局からなる「燃料油環境規制対応方策検討会議」を設置し、関係者間の情報共有を図るとともに、石油業界との今後の意見交換等の実施も念頭に置きつつ、官民連携して今後の対応方策を検討することとしている。

また、同年3月に海運業界、石油業界等と経済産業省資源エネルギー庁などを含めたオールジャパンの関係者からなる「燃料油環境規制対応連絡調整会議」を設置し、関係者間の情報共有の促進を図りつつ、事業者の燃料油環境規制への円滑な対応の確保に向け、それぞれの取り組みを連携して行えるよう対応方策の検討、連絡調整を実施することとしている。

今後これらの会議の中で、2020年以降の需給見通し、低硫黄燃料油の品質のあり方に加え、低硫黄燃料油の低廉化・供給コスト削減に向けた具体的対応策等を検討し、海運事業者が円滑に対応できるよう、引き続き適切に取り組んでいく。

第3節 代替燃料の普及促進に向けた取組

(1) 天然ガス燃料船の普及に向けて

温室効果ガスの排出削減及び大気汚染防止を目的として、船舶における環境規制は今後強化されることとなっており、現在船用燃料として利用されている重油から環境負荷の低い天然ガスへの燃料転換の期待が高まっている。国土交通省では、CO₂、NO_x、SO_x、PMを大幅に削減することができる天然ガス燃料船の普及に向けた取組を実施している。

天然ガス燃料船は、IMOによるECA（排出規制海域）が設定されている北欧を中心に内航フェリー、オフショア支援船等への導入が進んでおり、2017年3月時点で約105隻就航している。今後、全海域において排ガス規制が強化される見通しであり、欧州を中心に導入が拡大するとみられている。

国土交通省においては、我が国海事産業の競争力強化に結びつけるべく、天然ガス燃料船の構造・機関等のハード面に係る国際的な安全基準や燃料供給などのソフト面に係る安全ガイドラインの策定など、天然ガス燃料船の早期実用化に向けた環境整備や、天然ガスを燃料とする船用エンジンの開発の支援等を実施してきた。なお、天然ガス燃料船については、今般の海上運送法の改正において「先進船舶」の1つと位置づけ、その導入等を促進する枠組みを設けた。（第I部第1章コラム「先進船舶導入等計画認定制度の創設」参照）

また、環境負荷の少ない天然ガス燃料船の普及促進等の観点から、IMOにおいて策定された国際ガス燃料船安全コードの義務化のための国内法令を整備し、2017年1月に

施行した。さらに、液化天然ガス（LNG）燃料の船舶への供給方法に関して、既存の3方式（Ship to Ship方式、Shore to Ship方式、Truck to Ship方式）とは異なる新たな方式（ポータブルタンク方式）についての安全ガイドラインを策定した。

(2) 水素社会の実現に向けた取組について

エネルギー基本計画（2014年4月閣議決定）において、水素は、電気、熱に加え、将来の二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待されており、水素社会を実現していくためには、水素の製造から貯蔵・輸送、そして利用にいたるサプライチェーン全体を俯瞰した戦略の下、様々な技術的可能性の中から、安全性、利便性、経済性及び環境性能の高い技術が選抜されていくような厚みのある多様な技術開発や低コスト化を推進することが重要であるとされている。

国土交通省では、水素社会の実現に向けて、海事分野における水素の利用促進を図るため、高い環境特性を有する水素燃料電池船の実用化に向けた検討を行うとともに、安価で安定的な水素を調達するため、船舶による水素の大量輸送に向けた取組を行っている。

(3) 燃料電池船の実現化に向けた取組について

国土交通省は、2015年度より、燃料電池船の安全ガイドラインを策定するなど民間企業が参画しやすくなるような基盤の整備を進めている。実験データに裏付けされた合理的なガイドラインの策定に向け、2017年3月より日本小型船舶検査機構（JCI）の船舶検査を経て、小型船舶での燃料電池の実船試験を開始した。実船試験は、請負事業者として選定された（研）海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所が主体となり、ヤンマー（株）が開発した燃料電池システムと渦潮電機（株）が開発したリチウムイオン電池システムを小型船舶の甲板上に搭載して試験が行われ、燃料電池船の安全面に係る技術的課題（塩害、動揺・衝撃影響等）を整理する。実船試験は、2017年度も継続して実施し、海上における安全性を確認する予定である。

(4) 液化水素の大量輸送に向けた取組について

国土交通省は、2015年度より、経済産業省の「未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築実証事業」と連携し、豪州の未利用エネルギーである褐炭を用いて水素を製造し、貯蔵・輸送、利用までが一体となった液化水素サプライチェーンの構築事業を開始している。川崎重工業（株）等は、本事業を活用して、液化水素（LH2）の長距離大量輸送技術や荷役技術の開発を進めており、2020年頃の液化水素運搬船（タンカー）の実証試験を経て、海上輸送技術を確立していく予定である。液化水素タンカーの開発・導入を円滑に行うため、我が国は安全基準の国際基準化を主導し、2016年11月、国際海事機関（IMO）において、当該基準が暫定勧告として採択された。

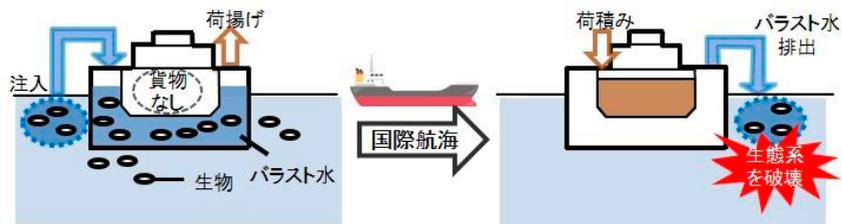
さらに、液化水素の大量輸送を実現するためには、高効率で安全な荷役方法の確立が必要である。国土交通省は、2014年度から内閣府と連携し、戦略的イノベーション

創造プログラム（SIP）において、荷役中の船体動揺に対応できるスイベルジョイント（可動継手）、緊急時に船と陸上設備を切り離す設備等のローディングシステムの研究開発を行うとともに、入港・着岸に係る航行安全対策や安全なオペレーション方法等の検討を行い、ハード・ソフトの一体的なルール整備を実施している。

第 4 節 バラスト水の適切な管理による海洋生態系保全の推進

バラスト水とは、船舶が空荷になった時の安全確保のため、「重し」として取水する水のことをいう。この「重し」として空荷となった船舶に取水された水は、貨物の積載港で排出される。船舶から排出されるバラスト水に含まれている生物が、従来生息していなかった港等で排出されることにより、生態系の破壊や産業・漁業等への被害を与えるという問題が 1980 年代末から顕在化した。

図表 I-6-5 バラスト水による環境問題の概要



こうした被害の発生を受け、1980 年代後半から IMO において、バラスト水による生態系破壊等の問題について議論が開始され、2004 年 2 月には、バラスト水管理の義務化等について定める「2004 年の船舶のバラスト水及び沈殿物の規制及び管理のための国際条約（船舶バラスト水規制管理条約）」が採択された。

条約採択当初は、排出基準を満たすバラスト水処理設備の開発が十分に進んでおらず、条約における処理設備搭載期限では搭載工事が過度に集中することとなるため、各国の条約締結が進まなかった。

2008 年以降、少しずつではあるが、各国による処理設備の承認が進み、これまでに世界で 69 型式が承認されている。日本では、2017 年 3 月現在、海外メーカーが開発したものを含めて 8 型式の処理設備を承認している。また、我が国の主導の下、搭載工事の平準化を目的とした搭載期限の見直しについて議論が進められ、現存船への処理設備設置の猶予期間を最長で条約発効後 5 年に延長すること等を内容とする決議が 2013 年 11 月末開催の第 28 回 IMO 総会にて採択された。

これらの結果、条約実施に向けた環境が整ったことから、2014 年、我が国は、船舶バラスト水規制管理条約を国内的に担保するため、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」を改正（以下「改正海防法」という）し、同年 10 月、本条約を締結し

Column

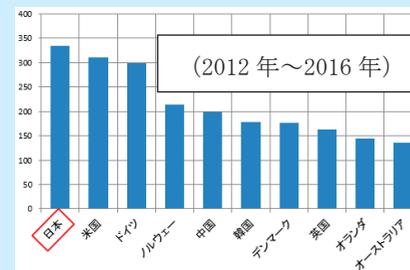
国際海事機関(IMO)における議論の主導



国際海事機関（IMO）には、海上の安全や船舶からの海洋汚染防止等、海事分野の諸問題の解決を図るための検討を行う場として 5 つの委員会が設置されています。その中で、海洋環境保護委員会（MEPC）は、海事産業への影響が大きい CO₂ や SO_x（硫黄酸化物）の排出規制等、海洋汚染防止条約（MARPOL 条約）に基づく環境規制を検討・策定しています。これらの規制は環境保護の面から重要であると同時に、多額の資金的負担が業界に発生する案件や途上国と先進国が対立する案件も多く、政治的な色彩が強い特徴があり、国際社会全体からも注目度が最も高い委員会です。

我が国は、これまで IMO での議論に積極的に貢献してきましたが（※）、中でも、MEPC で議論される「国際海運からの CO₂ 排出削減対策」は、我が国が主導してきた案件の一つです。2011 年の MEPC62 では、新造船の CO₂ 排出に関する国際的規制を他の交通モードに先駆けて開始する条約改正案が採択されました。また、2016 年 10 月の MEPC70 では、総トン数 5,000 トン以上の全ての外航船に対して燃料消費量等の報告を義務付ける制度が採択されるとともに、CO₂ 排出削減に向けた IMO における今後の取組を定めた戦略を 2018 年までに策定することが合意されました。これらの成果は全て、我が国からの制度や条約改正の提案に基づくものです。また、2016 年から、MEPC の副議長は日本人が務めています。

今後も、日本国内における省エネ技術開発への支援を行いつつ、CO₂ 排出に係る国際規制の策定を我が国が主導し、省エネ技術に強みを持つ我が国造船・海運業の国際競争力強化につなげていきます。



IMO 委員会及び小委員会への各国提案文書数上位 10 ヶ国（左）、MEPC の会議の様子（右）