

## PS-9 船舶起源の環境問題に対する環境・動力系の国際基準への取組

環境・動力系 \* 小島 隆志、新田 好古、高橋 千織

### 1. はじめに

海上の汚染物質の問題に対処するため、船舶に関する環境規制や安全対策などの様々な観点から、国際的な取組が必要である。このような取り組みは、国際海事機関（International Maritime Organization: IMO）で行われており、国際条約や規則を定め、それらを世界各国が遵守することで海洋の諸問題への対策を講じており、規制強化に向けた条約改正が常に検討されている。そこで環境・動力系では、IMOでの環境保護および安全対策について、(1) 船体付着生物による越境移動問題、(2) 温室効果ガスの削減および抑制対策、(3) 窒素酸化物（NOx）、硫黄酸化物（SOx）、粒子状物質（PM）等の大気汚染物質による被害防止対策及び、(4) アンモニア燃料船安全基準策定、に取り組んでいる。また、これらの課題に関連する国際標準化機構（International Organization for Standardization: ISO）の規格開発にも並行して取り組んでいる。現在活動しているのは、ISO/船舶及び海洋技術専門委員会（TC8）/海洋環境保護分科会（SC2）に設置された以下の作業部会（WG）である。

- (1) WG 5: Antifouling system（船底防汚システム）
  - (2) WG 10: Exhausted Gas Cleaning System（排ガス洗浄装置）
- 本稿では、IMOでの環境保護および安全対策、及びISOでの国際規格開発における取り組みを紹介する。

### 2. IMOでの環境保護及び安全対策への取り組み

#### 2.1 船体付着生物による越境移動問題

豪州およびニュージーランドは、船体の生物汚損（Biofouling）が侵略的水生生物の移動要因であるとして、2006年にIMOで提起し、2007年から船体付着による越境移動を最小化するための審議が開始された。審議の結果、2011年7月に海洋環境保護委員会（Marine Environmental Protection Committee: MEPC）決議207（62）である、船体付着生物管理ガイドライン（2011 Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species）が採択され、通信部会（CG）で詳細な検討が開始された。環境・動力系は、2022年4月の第9回汚染防止・対応小委員会（Pollution Prevention and Response: PPR）、及び2023年4月のPPR 10会合に対応し、PPR 10において船体付着生物管理ガイドラインの最終化に貢献した。一方、適切な船体生物汚損管理に必要な水中洗浄（In-Water Cleaning: IWC）に関しては、別途ガイダンスとして2025年を目標完了年として検討することとなっている。

#### 2.2 大気環境規制における排ガス規制

船舶における排ガス規制への国際的な取り組みは、

MARPOL条約の中の大気汚染防止のための規則である附属書VI（1997年9月採択、2005年5月発効）に基づく。現在、PPRの検討段階にあるものも含めると、NOx、SOx・PM、ブラックカーボン、GHGなどが排ガス規制の対象となっている。このうち、SOx・PMについては、燃料油中の硫黄含有量で規制することを基本としているが、使用可能な燃料の硫黄含有量上限は航行する海域のみで決まり、対象船舶は船種や大きさ、新造船、現存船に関係なく適用される。2015年には指定海域（ECA）内での硫黄分規制（硫黄含有量0.10%以下）が開始され、2020年からは一般海域で3.50%以下から0.50%以下に引き下げられた。この燃料油の硫黄分規制への対応策として、低硫黄燃料油への転換がもっとも一般的であるが、従来の安価な高硫黄燃料油を使用して船上で排ガス脱硫をおこなう排ガス洗浄装置（Exhaust Gas Cleaning System, EGCS）の利用も認められている。EGCSは、MARPOL条約附属書VI第14規則で認められている同等措置である。2009年にMEPC 59において、この同等措置に対する最初のガイドライン Guidelines for Exhaust Gas Cleaning Systems（以下、EGCSガイドラインという）が採択された。その後、改訂が行われ、最新版は2021年版（決議MEPC.340（77））となっている。

EGCSガイドラインでは、排ガスと排水のモニタリングが義務付けられている。船舶における他の規制においては、通常、エンジンの認証やその他の手段によって規制されており、船上での連続モニタリングが要求されているのは、EGCSのみである。EGCSに関しては、ガイドラインの改正も継続的に行われるものと思われるが、MEPC 74以降、各国のEGCS排水規制の調和を目指した議論が行われ、「EGCSからの排水のリスク及びインパクト評価に係るガイドライン」（MEPC.1/Circ.899）がMEPC 78において承認された。本件は、改正案の提案が欧州などからMEPC 80に提出されており、今後更なる議論が行われる予定である。

#### 2.3 大気汚染物質による被害防止対策及びアンモニア燃料船安全基準策定

大気汚染防止の観点から、船舶代替燃料として天然ガス等の低引火点燃料の使用に対する機運が高まり、IMOの貨物運送小委員会（Carriage of Cargoes and Containers: CCC）において、低引火点燃料を使用する船舶の義務的な安全基準として国際ガス燃料船安全コード（IGFコード）が策定され、2017年1月に発効した。その後、温室効果ガス（GHG）削減に向けた次世代の低炭素燃料を使用する船舶の安全基準を策定するため、IGFコードの改正及び天然ガス以外の低引火点燃料を使用する船舶の安全基準の改正をCCCの作業計画に含め、継続的に検討されている。2021年9月のCCC 7は、液

化石油ガス (LPG)、低引火点ディーゼル油、水素等の燃料を使用する船舶の安全基準の検討を開始することに合意した。さらに2022年4月の第105回海上安全委員会 (Maritime Safe Committee: MSC) において、日本がアンモニア燃料船の安全ガイドラインの策定する議題を提案し、CCCの審議計画に含めることが合意され、検討が開始された。2022年9月のCCC8では、日本が提案したガイドラインの骨子案に関して審議が行われ、CGにおいて詳細な検討の継続に合意した。

環境・動力系は、次世代船用燃料であるアンモニアの船舶における利用技術に関して研究開発を実施してきており、IMOにおけるアンモニア燃料船の安全ガイドラインを策定する新規議題の提案に関して、アンモニア燃料船の危険性を同定するHAZIDを実施した<sup>1)</sup>。これらの結果を取り纏め、IMOへの提案文書の原案を作成し、MSC105での審議に貢献すると共に、同議題のCGコーディネーターとしてCGレポートを取り纏め、それを元にIMOへの提案文書の原案を作成し、CCC8における審議に貢献した。さらに、2022年10月、CGの検討状況及びCCC8の審議結果に関し、国際連携センター主催のアンモニア燃料船の国際ワークショップを開催した。

### 3. ISOでの規格開発への取り組み

#### 3.1 ISO 21716: 船底防汚塗料の性能評価試験法に係る国際規格開発

船体付着生物管理ガイドラインでは、船底防汚塗料は主要な防汚技術の一つであり、適切な船底防汚塗料の選択及び導入は、船体の有効な防汚対策となる。防汚効果の高い船底防汚塗料を選択するには、その性能を評価する試験が必要となる。これまで、塗料メーカーの独自の試験や、浸漬試験等が実施されているが、規格化された試験法ではない。また実海域浸漬試験では、浸漬サイトの地理的および海域的要因、更に生物の季節的要因が、試験体の汚損へ影響を及ぼす。そこで、汚損への影響因子を受けず、試験条件を制御下で安定的にかつ、試験実施に負担のかからない試験法の開発を目的とし、ISO規格開発に取り組んでいる。環境・動力系はWG5において、プロジェクトリーダー (PL) を務め、供試生物としてイガイ<sup>2)</sup>及びフジツボ<sup>3)</sup>を用いた生物試験法開発の成果より、我が国主導でISO 21716シリーズとして規格化した<sup>4)</sup>。

#### 3.2 ISO 23668: 排ガス洗浄装置に係る国際規格開発

2.2のように、EGCSガイドラインにおいては排ガスおよび排水の連続モニタリングが求められている。排水ではpH、濁度 (金属等の浮遊物質)、PAHs (油分) が対象であり、連続モニタリングを行うことで、排水による海洋環境への負荷を最小限にするよう規制値が定められている。すなわち、モニタリングによって、EGCSの適切な稼働を保証することになるため、堅牢で装置メーカーごとの計測値が許容される範囲内で計測が可能であること、船上計測に適した実用性と校正方法等の情報がユーザーに明確に示されることが重要である。環境・動力系では、これらの課題を解決するため、WG10において、コンビーナおよび船上での連続pHモニタリング

に関する規格開発のPLを務め、我が国主導でISO 23668として規格化した。

### 4. 今後の対応

IMOでの環境保護及び安全対策への取組について、先ず船体付着生物管理ガイドラインの懸念事項として、IWCに伴う剥離物 (生物、塗料由来の防汚剤、重金属、塗料片、マイクロプラスチック等) の水環境および船底塗料への影響が不明な点がある。そこで、IWC装置を用いた水環境及び船底防汚塗料への影響について、IWC装置メーカー、塗料メーカー等の協力を得て、*in-situ* 塗膜厚計測手法、塗料由来の洗浄剥離物等の分析手法を検討する。IMOにおけるアンモニア燃料船の安全ガイドラインの策定については、同議題の審議に向けた貢献を継続していく。次に、ISOでの規格開発への取組では、船底防汚塗料の性能評価試験法については、当該試験法の妥当性及び供試生物の拡張を目的として、藻類 (褐藻) を用いた生物試験法に関する研究を既に実施している<sup>5)</sup>。今後は、その試験法をISO 21716の第4章として追加提案すべく (PLは環境・動力系の予定)、規格化を目指す。またEGCS排水のPAHs計測 (PLは英国) および濁度計測 (PLは環境・動力系の予定) については、これらに関する調査研究を既に実施しており、その計測手法の規格化を目指す。

### 5. まとめ

中長期計画第1期において、環境・動力系では、船舶から排出される大気汚染物質に関わる環境対策技術に関する研究や、船舶に起因する海洋汚染防止技術及び生態系影響評価に関する研究に取り組んできた。今後は、環境・動力系での中長期計画第2期の重点研究として、GHG削減技術の高度化および安全・環境対策に関する研究に取り組む。そのためには、重点研究の小項目において、船舶運航における環境影響評価技術の高度化について、船舶由来の化学物質が海洋環境・大気環境に与える影響を評価する技術を高度化する。これにより、IMO及びISO等の国際基準への対応に取り組む。

#### 謝辞

本研究の一部は、日本財団の助成事業である (一財) 日本船舶技術研究協会の「2022年度 海洋水質・生態系保護基準整備に関する調査研究 (海洋水質・生態系保護基準整備プロジェクト)」により実施された。ここに感謝の意を表す。

#### 参考文献

- 1) 新田ら: アンモニア燃料船の危険性の同定, 海上技術安全研究所報告, 第22巻別冊 (2022), pp.175-176.
- 2) Kojima R, et al. (2016), PLoS ONE 11(12): e0168172. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168172>
- 3) Kojima R, et al. (2019), Coatings, 9(2), 112; <https://doi.org/10.3390/coatings9020112>
- 4) 例えば, ISO, 2020. Ships and marine technology – Bioassay methods for screening anti-fouling paints – Part 1: General requirements, ISO 21716-1: 2020.
- 5) Kojima R, et al. (2023), Biofouling, *accept.*