

国際海運の GHG 削減戦略と三菱造船の対応技術

GHG Reduction Strategy of International Shipping and Related Solution Technology of Mitsubishi Shipbuilding



佐藤 宏一*1
Koichi Sato

2023年7月、国際海事機関(IMO)は“GHG削減戦略”を大幅に見直し、2050年の目標をこれまでの50%から強化しネットゼロとした。2030年の中間目標も挑戦的なものになっている。本報では2023年版“GHG削減戦略”の影響を分析し、実現への課題を述べる。更に船舶のゼロエミッション化が船舶設計に与える評価について考察する。今後の環境規制の対応策としては、三菱造船株式会社(以下、当社)が開発している環境関連技術が有効であり、更に当社の有する総合的な造船エンジニアリング技術の活用が有効であると考えられる。

1. はじめに

海運は、いわゆる hard to abate セクターと呼ばれ脱炭素化が容易ではない分野であるが、一方で海運の温室効果ガス(GHG)排出量は総排出量の約3%を占め無視できない。IPCC, COPなどの動きを受け、海運業界も排出量削減目標を設定しており、国際海運においては国際海事機関(IMO)が2018年に2050年までに国際海運の二酸化炭素(CO₂)の総排出量を2008年比50%まで削減する目標を採択した。更に2023年7月の会議にて2050年頃までのGHG排出ネットゼロ目標などを盛り込んだ、“2023年版IMO GHG削減戦略”を採択した。図1に削減目標のタイムラインを示す。本報では国際海運の業界に大きなインパクトを与える2023年版“IMO GHG削減戦略”についてその内容を解説し、船舶設計への影響と対応に必要な技術について述べる。

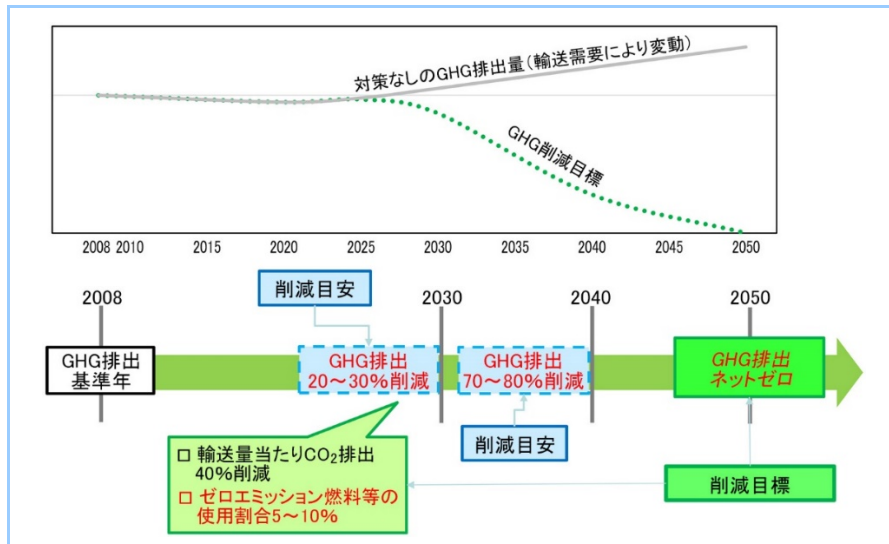


図1 国際海運からの GHG 排出削減目標とタイムライン

*1 三菱造船株式会社 マリンエンジニアリングセンター 船舶技術部 次長 博士(工学)

2. 2023年版“IMO GHG 削減戦略”の内容とその影響

2023年7月に改訂された“IMO GHG 削減戦略”の内容は下記のとおりである。

- 1) 2050年頃までにネット排出ゼロ (well-to-wake)

【中間目安】2008年比 2030年:最低20%削減, 30%削減を目指す

2040年:最低70%削減, 80%削減を目指す

- 2) 輸送効率目標 (2008年比) 2030年:最低40%改善 (tank-to-wake)

- 3) 排出ゼロ技術・燃料・エネルギー導入目標 2030年:最低5%, さらに10%導入を目指す

上記の数値目標が具体的に与えるインパクトや、目標達成の手段については現時点で業界内での共通認識がなく、各船級協会や業界団体による分析、提言がされている段階である。

上記2)は単位輸送量当たりの船上CO₂排出に関する削減目標で2018年時点の目標と共通であり、IMOにて現在適用中の新造船及び既存船の規制 (EEDI/EEXI) 及び CII (Carbon Intensity Index) と呼ばれる運航面からの燃費格付けの効果に対応しているものである。

上記1)と3)が2023年に強化された目標であり、規制対象にメタン (CH₄) や亜酸化窒素 (N₂O) といったCO₂以外のGHGも含め、更にwell-to-wakeの評価が導入される等、今後の船舶設計に大きな影響を与えるものである。まずは直近の2030年の目標に関して分析する。

日本海事協会⁽¹⁾の分析によると、2)を含む現状の取組みへの追加対策としてゼロエミ燃料への転換のみを考えた場合、2030年の20%削減目標を達成するためには3)の10%導入では不足であり、燃料油の25%をゼロエミ燃料に置換する必要があると試算している。国際海運の総エネルギー25%はアンモニアに換算した場合、年間約1.1億トンとなり現在の全セクター向け生産量の約60%となる。現在の総エネルギーに占める海運のエネルギー使用量の比率が約3%であることを考えると3)の目標の10%を超えるゼロエミ燃料への置換はかなり困難であることが予想される。

デンマークのMærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping (MMMCZCS)は船舶の脱炭素化推進のために設立された研究所であり同様の分析を実施しているが⁽²⁾、ゼロエミ燃料置換は10%程度に押さえ更なる省エネ化で目標を達成することを提言している。図2はMMMCZCSの分析をイメージアップしたものであるが、ゼロエミ燃料置換を10%とした場合でも年間0.4~0.5億トンのアンモニアが必要であり、現在の全セクター供給量の30%を船舶燃料に当てることに相当する。残りの対策である省エネについても、削減前のベースには現在施行済の規制の効果の相当量がすでに織り込まれており、これ以上の省エネのためには低速運航や新技術の導入が必要である。このように、ゼロエミ燃料置換、さらなる省エネの推進ともに課題があり、2030年度20%削減目標の達成にあたり両者の貢献比率のイメージは定まっていないのが現状である。

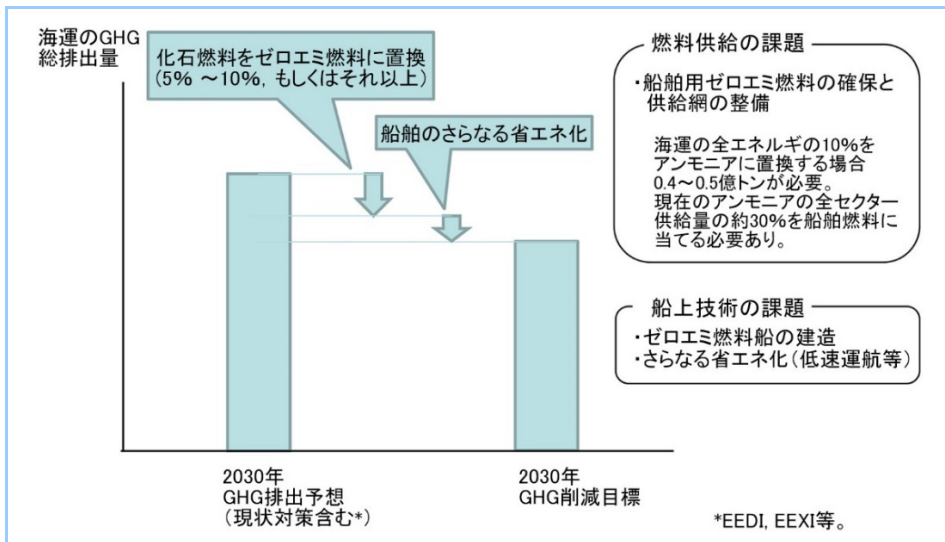


図2 IMO GHG 削減目標達成のシナリオイメージ

2023年に強化された削減目標のインパクトを示す。

2023年版“IMO GHG 削減戦略”について直近の2030年の目標実現に対しても、具体的な解決策のシナリオのイメージを模索している段階であるが、IMO の場では、2030年以降も見据え2050年ネットゼロを目指すための“中期対策”も議論されており、船舶の年間GHG排出強度を段階的に強化していく制度(GFS)、GHG排出量に応じた課金制度(Levy)や化石燃料船への課金とゼロエミ燃料船への還付を組み合わせた制度(Feebate)等を含む対策案について今後制度案を具体化していくこととなっている。中期対策の具体的な制度を2025年中に採択し、2027年に同制度の発効を目指すスケジュールが合意され、2023年版IMO GHG 削減戦略に盛り込まれている。

これに先駆け、脱炭素の意識の高い欧州は独自に2030年までに1990年比で55%以上削減する目標を掲げており(“Fit for 55”)、海運についても、EU排出量取引制度(EU-ETS)の導入(2024年1月から)、FuelEU Maritimeの導入(2025年1月から)が決定している。EU-ETSの海運セクターへの適用拡大は、船舶のEU関連航海における年間GHG排出量に相当する排出枠の購入・償却を義務付けるものであり、償却不足分についてはCO₂換算で1トン当たり100ユーロの罰金が科せられ、その翌年に償却が必要となる。FuelEU Maritimeは、低炭素燃料・ゼロエミ燃料への移行促進を促す制度であり、燃料のGHG強度規制、停泊時における陸電使用の義務化(コンテナ船及び旅客船)が予定されている。一方、米国においてはインフレ抑制法(IRA)による補助金によりゼロエミ燃料の生産が加速される可能性がある。このようにIMOによる規制の他に、地域や各国の政策、規制も今後の船のありかたに大きな影響を与えると考えられる。

3. 船舶設計におけるゼロエミッション化の影響

船舶のゼロエミッション化を推進する技術の候補として、低速運航による更なる運航最適化、新技術(風力利用、空気潤滑など)による省エネ化、燃料転換(LNG、メタノール、アンモニア、バイオ燃料、水素等)、船上CO₂回収、電化、その他・大型化・軽量化・原子力を挙げることが出来る。

船型最適化、船尾付加物、低摩擦塗料などの従来技術の効果については、一部はすでにIMO GHG 削減戦略の中の輸送効率目標(2008年比40%)に織り込まれていると考えられる。これらに加えた“更なる省エネ化”については、船速の低速化に加えて、風力アシスト、空気潤滑による摩擦減などの、新技術の追加適用が期待される。船舶の低速化に応じたプロペラ、省エネ用の船尾付加物などの最適化も重要である。

国際海運は長距離大量輸送であり、電化には課題が多く、上記の中では、省エネ技術に加え、燃料転換と船上CO₂回収及びその組合せがソリューションの候補と考えられる。

燃料転換と船上CO₂回収については、陸上の燃料供給の整備状況、燃料価格やバンカリング拠点の位置(船に要求される航続距離)が今後の適用推進を大きく左右する条件となる。さらに、規制による炭素税、補助金などの影響も大きい。今後の船舶設計は、これらの外部条件を考慮し、ゼロエミッション船の新技術と、従来技術を組み合わせ、得られた設計解を総コスト(TCO: Total Cost of Ownership, 設備費(船の費用)、運航費、燃料費を合計したもの)により評価し、最適化を行うことが重要である。

図3にケーススタディーとして、中型油タンカーを対象に、ゼロエミッション化(アンモニア燃料化、船上CO₂回収装置適用)による総コストの変化を試算・比較した例を示す。この試算の結果では、CO₂に250 USD/ton程度課金された場合、アンモニア燃料船と船上CO₂回収装置適用船の総コストがともに従来の油焚き船と拮抗する結果となった。これよりゼロエミッション化推進のためには、炭素への課金あるいは補助金など強力な規制の適用が必要と考えられる。更にゼロエミッション化の手段には現時点明確な優劣が見えず、手段の選択は関連技術の開発の進捗に加え、陸上のサプライチェーンの進捗、規制の動揺、新燃料に対する安全対策進捗などに影響される。従って、現時点ではこれらの候補に対応できるように準備する必要がある、汎用的なゼロエミッション化技術を蓄積することが重要であると考えられる。

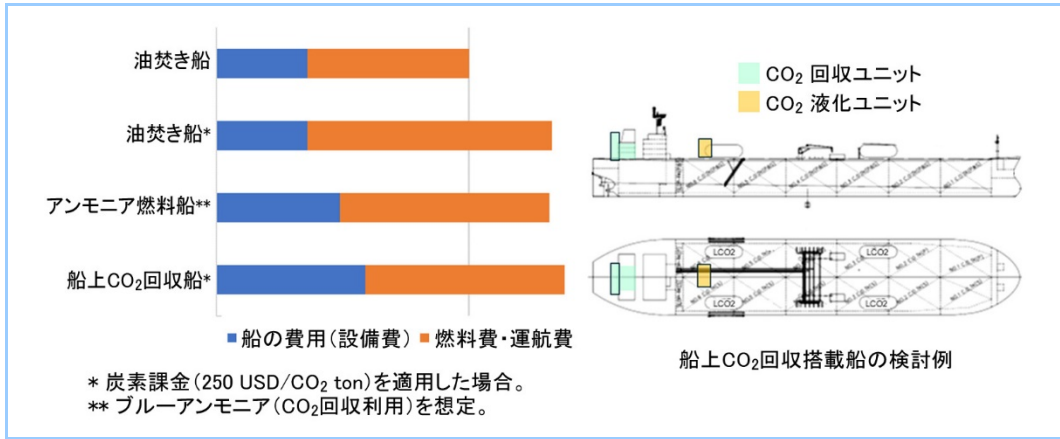


図3 ゼロエミッション化による総コストの変化の試算例

4. 当社の対応技術

前述のとおり、船舶のゼロエミッション化は燃料供給や規制などの動向に大きく左右されることを考えると、関連装置や要素技術の開発と、汎用的に対応できる設計対応力を準備しておくことが重要である。これらを組み合わせ、ゼロエミッション船として成立させるために必要な技術として下記を挙げる事ができる。

- 1) 船体設計の要素技術
 - ・船型開発技術
 - ・配置設計技術, 構造設計技術(高度構造解析技術)
 - ・タンク設計技術(構造設計, 材料開発, 防熱設計, 工作法)
- 2) 装置設計技術
 - ・ガスハンドリング技術
 - ・推進プラント設計技術
 - ・電装設計技術

代替燃料船については、DF (Dual Fuel) エンジン及び関連する Fuel Gas Supply System (FGSS)が必要である⁽³⁾。アンモニア DF エンジンの開発は 2026 年度引渡しの船をターゲットに計画しており進んでおり、2026 年以降にアンモニア燃料船の就航実績が徐々に増えるものと予想される。これらの要素技術により、従来船をゼロエミッション化する設計手順の概念図を図4に示す。船舶のゼロエミッション化は、従来から蓄積された一般的な造船エンジニアリング技術、ガスハンドリング技術(液化ガス関連技術)をベースに、アンモニア主機、アンモニアハンドリング、船上CO₂回収などの新技术を加えることで実現する。

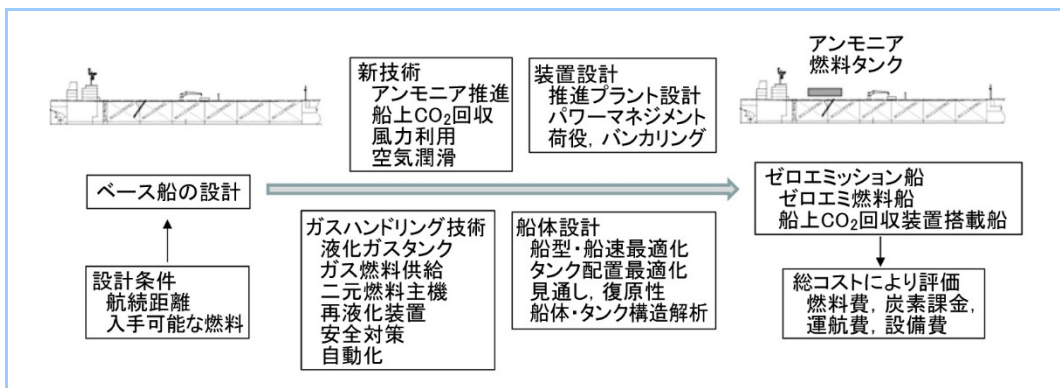


図4 ゼロエミッション船設計の概念図

更に具体例として、図5に船舶のゼロエミッション化に必要な要素技術と当社の対応製品、サービスの例を示す。“ガスハンドリング技術”は、当社の長年の液化ガス運搬船の設計、建造技術

に基づく技術であり、ガス運搬船の中核技術を抽出し、ゼロエミッション関連技術としてパッケージ化したものである。“省エネ船型開発技術”は、燃料転換と並ぶ重要技術であるが、当社及び三菱重工業株式会社総合研究所の豊富な船型開発の実績、水槽試験及び CFD 解析技術により、低速化など運航条件に応じた船型評価、プロペラ設計が可能であり、建造船及びエンジニアリングサービスに適用している。

“高度構造解析技術”はガス運搬船の液化ガスタンクの構造信頼性確保に貢献した技術であり、特に大容量アンモニア燃料タンクの安全性確保においても必須の技術である。一般的な船舶設計技術である“3D 設計技術”も機器配置が複雑化するゼロエミッション船に必要な要素技術である。



図5 当社の GHG 削減関連技術

本特集では、引き続き、上記の要素技術のうち“ガスハンドリング技術”の詳細及び、関連する建造船を紹介する。

5. まとめ

国際海事機関は“GHG 削減戦略”を大幅に見直し、2050年の目標をこれまでの50%からネットゼロに強化した。2023年版“GHG 削減戦略”の影響を分析した結果、国際海運の目標達成には、燃料転換と更なる省エネ化を強力に推進する必要がある。規制の強化も必要であり、陸上燃料供給の整備と合わせ、船舶設計の条件には不確定要素が多く、汎用的なゼロエミッション化技術が必要である。当社が開発している環境関連技術が有効であり、更に当社の有する総合的な造船エンジニアリング技術の活用が有効である。

GHG 排出削減は大きな課題であり、自社のみならず三菱重工グループ内及び外部団体とも連携して推進する。グループ内の連携の例としては、総合研究所との連携に加え、三菱重工マリンマンナリ株式会社との共同プロジェクト (Project MaTIS: Marine Technology, Integration & Solutions) にて活動中である。当社は、国際海運のゼロエミッション化に向けた最先端の船舶を持続的に企画・発信する中核的な組織である“一般財団法人次世代環境船舶開発センター”に参画し、次世代環境船の商品化を推進している。研究開発に関しては、三菱重工グループとして前述の Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping に設立パートナーとして参加、貢献している。当社が参加している東京大学の造船、海運に関する産学連携研究の活動である“MODE”においても船舶のゼロエミッション化は主要課題である。

当社の持つ技術で国際海運のゼロエミッション化を推進する所存である。

参考文献

- (1) 日本海事協会, 国際海運ゼロエミッションへの道筋 (2023), <https://www.classnk.or.jp/>
- (2) Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, Implications of the 2023 IMO GHG Strategy for the Shipping Industry, (2023), <https://www.zerocarbonshipping.com/>
- (3) 上田伸ほか, 三菱重工技報 Vol.59 No.2 (2022)