

特集記事・9

カーボンニュートラルに向けた日本の各産業の取り組み

「守ろう、碧き海と空を！」

～ 国際海運によるカーボンニュートラルへの取り組み ～
 “Conserve the Blue Sky and Oceans !”
 – Initiatives to Carbon Neutral by International Shipping –

吉岡哲也 東京海洋大学
 Tetsuya Yoshioka 学術研究院
 教授

1 はじめに

地球上のサプライチェーンの99.6%を国際海運が担っており、人々の生活、社会・経済活動を支えています。その国際海運は、世界全体の約2.1%の温室効果ガスを排出しており、ドイツ国とほぼ同じレベルにあり、国際海運による地球温暖化対策は喫緊の課題とされています。

地球温暖化対策は、国際気候変動枠組条約のもと、通常は国別の協議で進められていますが、国際海運では、動産である船舶の船籍国と運航国が異なることが多く、国別での対応が困難な事情を踏まえて、国連機関である、「国際海事機関 (International Maritime Organization、以下、IMO と略する)」で一括協議することになっています。

本稿では、国際海運による「カーボンニュートラル」への取り組みを、その業態の特殊性なども考慮しながらご紹介します。

2 国際海運における地球温暖化対策の経緯と実情

IMOによる地球温暖化対策は、2018年4月に採択された、「2030年までに2008年を基準とし平均燃費を40%削減」、また、「2050年までに温室効果ガス (Greenhouse Gas、以下、GHG と略する) 総排出量を50%削減し、更に今世紀中のできるだけ早い時期にゼロにする」ことを目標としていた。

しかしながら、その後パリ協定にて各国の削減目標を促したところ、2050年までにGHG排出ゼロを表明する国が多く、同様に我国も「2050年カーボンニュートラル」を宣言した。

このような経緯と背景も相まって、IMO規定による5年毎の目標設定見直しを行い、2023年7月には、表1の如く、

「2050年国際海運のカーボンニュートラル」達成を目指すことに改定された。

これまで我国では、2050年カーボンニュートラル達成のために、国策として菅政権が策定した「グリーン成長戦略 (2020年12月発表)」の内、海事産業 (海運会社・造船所・船用機器工業等) については、ゼロエミッション船の実用化に向けた技術開発の推進を掲げており、2025年までに実証事業を開始し、2028年までの実船投入を少しでも前倒しすることを目指している。具体的には、「グリーンイノベーション基金 (次世代船舶の開発)」による技術開発として、2021年10月からのアンモニア燃料船、水素燃料船の開発・実証や、IMOにおけるGHG削減戦略と対策の本格化、法規制的手法、経済的手法などの中長期間の削減対策に取り組み、進捗させている。

加えて、国土交通省は、「2050年国際海運のカーボンニュートラル」実現に向け、国の施策、海運・造船・船用機器などの各分野で議論、検討されている最新情報、業界や関係者による取り組みの情報を共有すると共に、問題・論点などについての議論を行うために、「国際海運2050年カーボンニュートラルに向けた官民協議会」を2022年4月に設置している。

国土交通省を中心に、海運会社、造船所、日本船用工業会及び有識者で構成され、海事産業オールジャパンとしての協議を通じて、各分野の組織における今後の方針や戦略の検討、そして、取り組みへの反映による2050年の目標達成を目指している。

海運会社・造船所・船用工業会の海事関係団体、機関が一堂に介して定期的な会議を開催し、「国際海運GHGゼロエミッションプロジェクト」として、2020年3月に発足した。

その成果物の一例として、表2の如く、国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップを発表している。当該プロジェクトにおける、それぞれの分野、検討組織 (代表含む) の概要は以下の通りである。

2.1 「国際海運 GHG ゼロエミッションプロジェクト」

2.1.1 実施概要

ゼロエミッションロードマップの検討・策定、ゼロエミッション船技術開発動向調査、メタンスリップ削減・N₂O対策、新燃料（代替燃料）に係る安全基準検討・策定、新造船・既存船対策検討（燃費改善（出力制限）、国際燃費規制（EEXI）策定等）

2.1.2 組織体制

日本船舶技術研究協会（代表）、日本海事協会、日本船主協会、海運会社、日本造船工業会、日本船用工業会、造船会社、船用機器メーカー等

2.2 「HTW (Sub-Committee on Human Element, Training and Watchkeeping) 調査検討に関する専門委員会」

2.2.1 実施概要

STCW (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers) 条約に基づく船員の訓練・資格要件に関するIMO 審議への我国対処方針の検討（アンモニア・水素燃料船に乗り組む船員の能力要件の検討及びIMO への提案を含む）

2.2.2 組織体制

海技振興センター（代表）、日本船主協会、東京海洋大学、神戸大学教授等の学識経験者、全日本海員組合、日本船長協会、日本船舶機関士協会、日本船舶職員協会、日本内航海運組合総連合会、全国内航タンカー海運組合、日本旅客船協会、国際海事大学連合、日本海事協会等

2.3 「環境問題委員会」

2.3.1 実施概要

経済的手法（MBM : Market Based Measure）に関する検討、世界のMBM 関連情報収集、基本方針策定、制度設計（資金分配スキーム、課金額設定方法等）、MBM 課税主権に係る考察

2.3.2 組織体制

日本海事センター（代表）、一橋大学、東京女子大学、中央大学教授等の学識経験者、日本船主協会、海運会社等

2.4 「海運分野における CO₂ 排出削減促進に関する調査検討委員会」

2.4.1 実施概要

新燃料（代替燃料）のライフサイクル分析、新燃料（代替燃料）のバンカリング（燃料補給）施設の各国動向調査

2.4.2 組織体制

運輸総合研究所（代表）、日本船主協会、早稲田大学、東京都市大学教授等の学識経験者、海運会社、日本造船工業会、日本船用工業会、総合商社等

3 ゼロエミッション目標達成に向けた技術開発

国際海運によるゼロエミッションに向けた目標達成には、ゼロエミッション船の導入、普及が不可欠となる。ゼロエミッション船の燃料は既存の重油ではなく、アンモニアや水素、合成メタンなどの「新燃料（代替燃料）」を使用するため、専用の推進機関、関連補機、艀装品、船上での貯蔵、陸上からの供給（バンカリング）などの技術開発と社会実装が課題として存在する。

現状では、LNG 燃料船が「ブリッジソリューション」として採用され、その後の開発状況を考慮し、アンモニア、水素、合成メタン燃料船へと移行することが想定されている。

また、燃料電池については、国際海運に従事する船舶では、その容量及び航続距離を考慮した場合、推進用主機関への利用は困難であるが、補機などには使用可能と考えられる。バイオ燃料については、樹木の伐採や食料との競合問題があり大規模な「新燃料（代替燃料）」として成立することは現実的ではない。

尚、我国では、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（通称：NEDO）」によって造成された、「グリーンイノベーション基金（プロジェクト投資総額：1,093 億円）」を活用した、ゼロエミッション船の実用化を世界に先駆け、「次世代船舶開発プロジェクト」として進めている。

2021 年 10 月より「次世代船舶開発プロジェクト」は、その代表テーマを次の 4 つとし、それぞれの事業目的、体制、期間・規模を定めている。

3.1 「アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発」

3.1.1 事業概要・目的

(1) アンモニア燃料タグボート（内航船）の開発・運航

国産 4 サイクル推進用主機関の開発、安全性・実用性に配慮したアンモニア燃料船の設計、アンモニア燃料船に係る運航・メンテナンス手法の確立などに取り組み、2024 年の竣工を目指す。

(2) アンモニア燃料アンモニア輸送船（外航船）の開発・運航

国産 2 サイクル主機関及び 4 サイクル補機の開発、外航船の船型主要目の開発とアンモニア燃料・荷役配管システム及びオペレーションシーケンスの開発、アン

モニア毒性に対する船内安全管理システムの確立、アンモニア燃料船に係る運航・メンテナンス手法確立に取り組み、2026年の竣工を目指す。

3.1.2 事業体制・規模・期間

- (1) 実施企業：日本郵船株式会社、株式会社IHI原動機、株式会社ジャパンエンジンコーポレーション、日本シッ
プヤード株式会社

表3 ゼロエミッション船実用化計画概要（出典：国土交通省）（Online version in color.）

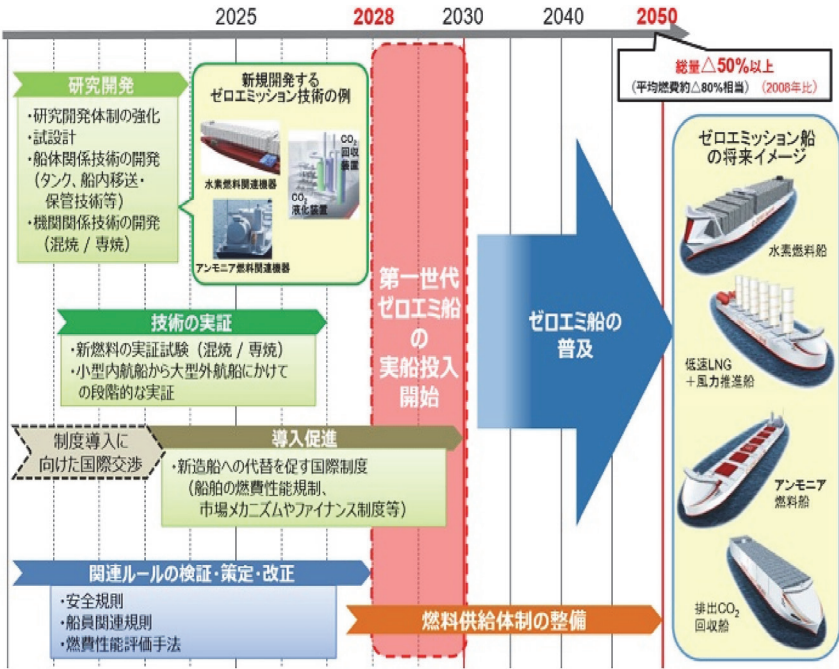


表4 ゼロエミッション船研究開発計画表（出典：NEDO）（Online version in color.）

	開発期					集約期					完了期			
西暦年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	-	2050	-
研究開発 及び 実用化	水素燃料（エンジン・タービン・燃料電池）													
	船体関連技術開発（タンク関係等）									実船投入開始		普及は燃料供給インフラの整備状況に依存		
	エンジン・タービン・燃料電池開発									水素燃料船導入促進				
	実機/実船による実証													
	アンモニア燃料（エンジン・タービン・燃料電池）													
	N ₂ Oスリップ削減対策									実船投入開始		普及は燃料供給インフラの整備状況に依存		
	エンジン・タービン・燃料電池開発									アンモニア燃料船導入促進				
	実機/実船による実証													
	LNG/カーボンサイクルメタン/バイオメタン燃料													
	メタンスリップ対策開発													
	メタンスリップ対策実証													
	LNG/カーボンサイクルメタン/バイオメタン燃料船導入促進													
	風力推進									実船投入開始				
	実船による実証									風力推進システム導入促進				
	船上CO ₂ 回収									実船投入開始		普及は燃料供給インフラの整備状況に依存		
	船上CO ₂ 回収システム開発													
	実船による実証									船上CO ₂ 回収システム搭載船導入促進				
	超低速・肥大船設計													
	課題抽出等 開発課題対応（線維性など）									実船投入開始				
	運航面のFS													
	超低速・肥大船導入促進													
	バッテリー													
	実船による実証													

- (2) 事業規模：123億円（支援規模：84億円）
- (3) 事業期間：2021～2027年度（7年間）

3.1.3 技術課題

- (1) エンジン開発については、未燃アンモニアの処理や、パイロット燃料低減技術の開発が課題となっている。アンモニアの燃焼において、CO₂の約300倍の温室効果を持つN₂Oの排出が従来の重油より多くなるため、詳細な発生メカニズムの解明及び発生量の把握や排出削減技術の開発も重要である。
- (2) アンモニアは腐食性があり、強い毒性もあるため、それらを考慮した艀装品（配管等）の開発が必要となる。
- (3) 漏洩したアンモニアの検知及び処理技術の開発、安全性を考慮したバンカリング（燃料補給）技術の開発が必要である。

3.2 「アンモニア燃料船開発と社会実装一体化型プロジェクト」

3.2.1 事業概要・目的

- (1) 2028年までの早期にアンモニア燃料船を我国主導で社会実装し、海事産業がゼロエミッション船分野で長期に渡り優位性を維持できることを目指し、他国に先駆けて船体・推進システムの開発及び保持・運航を行う。
- (2) 早期の社会実装具現化のためにアンモニア燃料船の「開発」、「運航」、「燃料生産」、「燃料供給体制整備」の全域をカバーする、「統合型プロジェクト」の一環として推進する。

3.2.2 事業体制・規模・期間

- (1) 実施企業：川崎汽船株式会社、NSユナイテッド海運株式会社、日本シッパヤード株式会社、株式会社三井E&Sマシナリー（現、「株式会社三井E&S」）
- (2) 事業規模：30億円（支援規模：20億円）
- (3) 事業期間：2021年～2027年度（7年間）

3.3 「船用水素燃料エンジンの開発」

3.3.1 事業概要・目的

- (1) 船舶から排出されるGHGを削減するため、コンソシアーム3社が出力範囲と用途の異なる船用水素エンジンを並行して開発する。開発したエンジンによる実証運航を行い、機能及び信頼性を確認し社会実装につなげる。
- (2) 船用水素燃料タンク及び燃料供給システムを開発する。陸上試験を経て、補機用中高速4サイクルエンジン、推進用の低速2サイクルエンジンの実証運航に適用し、機能及び信頼性を確認し、社会実装につなげる。

3.3.2 事業体制・規模

- (1) 実施企業：川崎重工業株式会社、ヤンマーパワーテクノロジー株式会社、株式会社ジャパンエンジンコーポレーション
- (2) 事業規模：219億円（支援規模：210億円）
- (3) 事業期間：2021年～2030年度（10年間）

3.3.3 技術課題

- (1) 水素エンジンの開発については、オットーサイクル（ガソリンエンジン同様の定容サイクル）の場合に異常燃焼（ノッキング、過早着火、失火等）、ディーゼルサイクル（ディーゼルエンジン同様の定圧サイクル）の場合には、高圧燃焼供給装置の開発が課題となる。
- (2) 水素は液化状態で単位熱量当たりの体積が重油の約4.5倍あり、燃料タンク容量が嵩張るため貯蔵時の容積効率に配慮された水素燃料タンクの開発が必要である。
- (3) また、低温及び水素脆性に対して耐性を持つ艀装品の開発や安全性を考慮したバンカリング（燃料補給）技術の開発も課題となる。

3.4 「LNG 燃料からのメタンスリップ削減技術の開発」

3.4.1 事業概要・目的

- (1) 2026年までにLNG燃料船のメタンスリップ削減率70%以上を達成し、重油からLNGへの燃料転換によるGHG削減効果を引き上げる。
- (2) エンジン実稼働条件下で高いメタンスリップ削減性を有する触媒の開発と、エンジンからのメタンスリップ削減及び触媒のメタンスリップ削減性能を高める燃焼方式を軸としたエンジンシステムを開発する。
- (3) 開発された触媒及びエンジンを組み合わせたメタンスリップ削減技術を実船搭載し、運用手法を確立する。

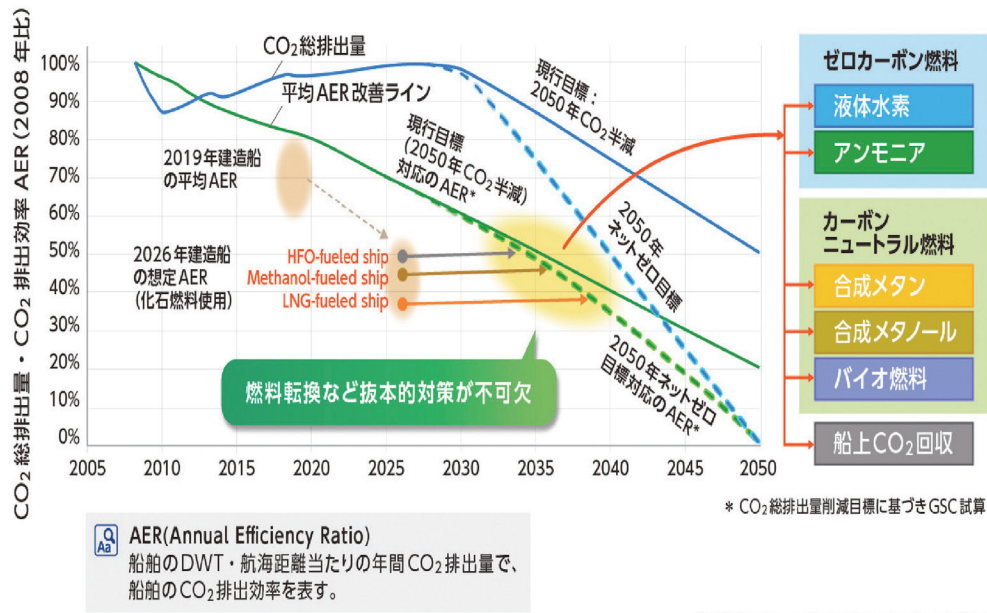
3.4.2 事業体制・規模

- (1) 実施企業：日立造船株式会社、ヤンマーパワーテクノロジー株式会社、株式会社商船三井
- (2) 事業規模：11億円（支援規模：6億円）
- (3) 事業期間：2021年～2026年度（6年間）

3.4.3 技術課題

- (1) LNG燃料における燃焼時のメタンスリップは、CO₂の約30倍の温室効果を持つと言われており、特に使用ガス圧力が低圧領域（約1.6Mpa）にある、中速4サイクル、低速2サイクルエンジンにおける、燃焼方式及びメタン酸化触媒の開発とエンジン改良を行う必要がある。
- これら「次世代船舶開発プロジェクト」における、技術開

表5 モデル船におけるGHG削減移行のイメージ (Online version in color.)



バルクキャリアのCO₂総排出量削減・排出効率改善イメージ

発及び「新燃料(代替燃料)」利用のモデル船(ばら積み貨物船)でのCO₂排出量削減・排出効率(Annual Efficiency Ratio、以下AERと略する)改善、そして、燃料転換などのイメージを表5に示す。(出典:次世代船舶開発環境センター)

また、これらの「次世代船舶開発プロジェクト」に深くかわる、既存の燃料及び「新燃料(代替燃料)」の性状、特性を取りまとめた一覧を表6に示す。

4 燃料以外のCO₂削減技術開発

「新燃料(代替燃料)」によるゼロエミッション船の開発は、ある種の理想的である反面、その移行期間や技術的に完全なゼロエミッションが困難である面も考慮した場合に、CO₂の発生を削減する燃料以外の技術開発も必要と考えられている。

そもそも地球温暖化対策は、経済活動を維持しつつ、少しでも継続的にCO₂の排出を減少させることが重要であり、採用可能な技術があれば躊躇なく採用すべきである。

国際海運における、現行の代表的なCO₂削減技術としては、①「空気潤滑(2~6%効率改善)」、②「低摩擦塗料(2~5%効率改善)」、③「省エネダクト(2~5%効率改善)」、④「船首形状最適化(2~5%効率改善)」、⑤「廃熱回収発電装置(1~5%効率改善)」、そして、⑥「風力推進」、⑦「太陽電池」なども自然条件によっては、寄与率を高めることが期待されている。

加えて、排気ガス中のCO₂を85~95%程度回収(理論値)する、⑧「船上CO₂回収」などもあり、様々なCO₂削減技術が

開発されているが、その科学的根拠や客観的な効果検証により、適切に評価、採用されるべきと考えられる。

5 カーボンニュートラル達成に向けた具体的対応

「ゼロエミッションプロジェクト」によるGHG削減シミュレーションでは、新造船のゼロエミッション化を進めるだけでは、一定程度の化石燃料船が残存するため、2050年のGHG排出量はゼロとはならないと試算されている。2050年カーボンニュートラル目標成には、「新燃料(代替燃料)」に対応したエンジン、触媒などの技術開発のみならず、規制を含む以下の対応が必要と考えられている。

5.1 「経済的手法(MBM: Market Based Measure)の導入」

ゼロエミッション船の開発、社会実装のみでは、2050年カーボンニュートラル目標達成は困難と考えられる。法的規制を含めた手法の導入による、化石燃料船からゼロエミッション船への移行を強制的に図る必要があり、還付を含めた課金制度や排出量取引などの考え方もあるが、MBMの早期導入が求められる。

また、燃料が多様化する中でのGHG排出量の適正算出については、燃料サプライチェーンの段階を含めた、GHGの排出量モニタリング(Life Cycle Assessment、以下LCAと略する)手法を用いることが望ましい。

表6 各種燃料性状一覧（出典：次世代船舶開発環境センター（Online version in color.）

	ゼロカーボン燃料		カーボンニュートラル燃料					
	VLSFO	LNG	液化水素 (LH ₂)	アンモニア	合成メタン	合成メタノール	バイオディーゼル (FAME)	バイオメタン
低位発熱量 (GJ/t)	40.4 (39.8~41.7)	48.0 (46.5~50.4)	120.0	18.8	50.0	19.9	37.1	50.0
液体密度 (t/m ³)	0.93	0.48	0.0708	0.7	0.422	0.79	0.885	0.422
CO ₂ 換算係数 (CO ₂ -t/ 燃料-t)	3.126	2.693	0	0	(0*)	(0*)	0	0
熱量当たり体積比 (VLSFO比、@液体状態)	1.00	1.63	4.42	2.86	1.78	2.39	1.14	1.78
熱量当たり CO ₂ 排出量 (CO ₂ -g/GJ)	77.38	56.10	0	0	(0*)	(0*)	0	0
副生 GHG 及び 温暖化係数 (IPCC AR5 より)		メタン(スリップ) 温暖化係数: 28		N ₂ O 温暖化係数: 265	メタン(スリップ) 温暖化係数: 28			メタン(スリップ) 温暖化係数: 28
沸点 (°C)	200~400	abt.-161	-253	-33	-161	65	345~354	-161
船上での貯蔵方法 (液体状態)	常温常圧 船体付きタンク	TypeC (低温or加圧) or 独立方形タンク / メンブレン	真空防熱 タンク	TypeC (低温or加圧) or 独立方形タンク / メンブレン	TypeC (低温or加圧) or 独立方形タンク / メンブレン	常温常圧 船体付きタンク	常温常圧 船体付きタンク	TypeC (低温or加圧) or 独立方形タンク / メンブレン
船上貯蔵時の性状 (液体状態)	常温、常圧	-160~-140°C, 0.07~0.5MPa	app.-250°C, 0.5MPa	-30~-10°C, 0.07~0.5MPa	-160~-140°C, 0.07~0.5MPa	常温、常圧	常温、常圧	-160~-140°C, 0.07~0.5MPa
発火点 (°C)	abt.407	abt.537	560	630	537	440	256~266	537
低速船用 エンジンサイクル	ディーゼル	ディーゼル / オットー	ディーゼル / オットー	ディーゼル / オットー	ディーゼル / オットー	ディーゼル / オットー	ディーゼル	ディーゼル / オットー
パイロット燃料	不要	要	要	要	要	要	FOとブレンド	要
将来の供給 拡大の可能性 (世界全体・陸用) 留意点・影響要素	▲~△ ・石油への 投資減少	△ ・ガスへの 投資減少	◎ ・気体液体を問わず水素全体として拡大 ・水素キャリアとしてはいくつかの方法がある中で、液化の競争力が課題	○ ・陸側の需要拡大 (エネルギー産業の参入、スケールアップと低コスト化)	△~○ ・カーボンニュートラルな原料 CO ₂ ガスが長期的に確保できるか	△~○ ・カーボンニュートラルな原料 CO ₂ ガスが長期的に確保できるか ・陸上(自動車や火発等)でのメタノール燃料の利用拡大見通し不明	○ ・パーム油などは土地転換問題のためサステナブルとみなされない ・アブラギリなどサステナブルな作物の伸びと製造技術の革新が必要	○ ・バイオマス原料 収集及び製造の効率・スケールアップが課題
将来の供給 拡大の可能性 (船用) 留意点・影響要素	▲~△ 陸上需要の減少	○ メタンスリップ批判	▲~△	○	△~○	△~○	△ ・Pilot 燃料向け ・航空機向けとの確保競合	△~○
パンカリング インフラ	◎	△~○ 拡大中	無し	輸出入 インフラの活用?	△~○ LNG インフラ 利用可能		FO のインフラ 利用可能?	△~○ LNG インフラ 利用可能

*原料となる CO₂ が、大気から直接回収(DAC)した CO₂ もしくはバイオ由来の CO₂ の場合
©2022 Planning and Design Center for Greener Ships

燃料性状表

表7に、国際海運によるカーボンニュートラルへ向けて提案された、「経済的」、「規制制」な手法に分類された、制度名、提案国、課金・費用負担などの概要を示す。

5.2 「船員の育成及び確保」

LPGやLNG燃料船向け船員については、IGF Code (International Code of Safety for Ships using Gases or other Low-flashpoint Fuels) による能力要件が定められているが、

表7 国際海運 GHG 削減規制一覧（出典：国土交通省）（Online version in color.）

分類		制度名	提案国	概要
経済的手法	課金	feebate	日本	ゼロエミ船の導入促進（first movers 支援）のための課金・還付制度（船舶からの GHG 排出量に応じて課金し、還付対象燃料を使用する船舶に還付）。
		単純課金	マーシャル・ソロモン	CO ₂ トン当たり 100 ドルを課金。（課金額は順次増額）。収益の大半は途上国へ。
		IMSF&R (International Maritime Sustainability Funding and Reward)	アルゼンチン、ブラジル、中国、南ア、UAE	・CII を基準にした課金・還付（格付け D・E 船から徴収し、A・B 船に還付。途上国航路への配慮あり。） ・収益は途上国支援、格付けの良い船舶への報償等。
		F&R	ICS	・船舶からの CO ₂ 排出量に応じて課金し、還付対象燃料を使用する船舶に還付。 ・収益は還付、途上国支援、研究開発に活用。
	排出割当	Cap&Trade	ノルウェー	・国際海運からの総 GHG 排出量に上限（キャップ）を設け、オークションを通じて各船舶に排出枠を割り当て。排出枠は船舶間でも取引（トレード）。 ・オークションにより生じた収益は途上国支援に活用
規制的手法		燃料油規制 GFS(GHG Fuel Standard)	EU 各国、ノルウェー、EC	・燃料の GHG 性状(gCO ₂ /MJ)を規制。 ・燃料ライフサイクルの GHG 排出量が対象。規制値を段階的に強化（新たな GHG 削減目標と整合させる）。

アンモニア・水素燃料船には国際基準としての能力要件の設定がないのが実情である。「グリーンイノベーション基金」による開発・実証及び安全基準の確立と連携し、船員の能力要件を策定するとともに、IMO を含む国際基準化を鑑みた、船員の訓練、資格証明、当直基準などのガイドラインを確立することが必要と考えられる。

5.3 「安全基準及び技術標準化」

現在、アンモニア・水素燃料船について統一された国際的な安全基準はなく、IMO 委員会（小委員会）による、ガイドラインの策定が行われている。これに「グリーンイノベーション基金」による開発・実証及び安全基準の策定と連携した国際標準化を主導して行く必要がある。

6 おわりに

我国の海事産業には、次世代船舶の開発に必要な優れた技術を有する造船、船用機器企業が存在しており、世界的にも優位な技術開発となるよう国策での基金支援が後押しすることで、国際競争をリードできるものと考えられる。

また、実績のある肥料用のサプライチェーンを基にした、アンモニア・サプライチェーンの構築、水素インフラが早期

に構築可能な国内事情もあり、アンモニア・水素燃料船の社会実装が、世界で最も早く実現できることが期待されている。

加えて、これらの取り組みによる効果は、「地球温暖化防止」、「日本経済・雇用」への貢献として、短期的アウトカムでは、2030年にCO₂削減33万トン/年、0.17兆円、そして、中長期アウトカムとして、2050年には、CO₂削減5.6億トン/年、6.8兆円の波及効果が見込まれている。

ここまで国際海運における「カーボンニュートラル」への取り組みについてご紹介してきましたが、「新燃料（代替燃料）」を用いた技術開発や法的規制の構築、そして、国際的な安全基準策定などの課題解決には、海事産業オールジャパンで総力を結集する必要があることは言うまでもないでしょう。

自らのCO₂排出削減の技術開発も重要ですが、ゼロエミッション達成の確実性を助長するカーボンネガティブの考え方による、CO₂自体を減らす技術・方策の重要性も考慮する必要がありますと考えられます。

この重大な変革期に大いに研究・調査し、過去より連綿と培った技術開発に鑑み、産官学連携での積極的な行動成果を通じて、この母なる地球の碧き海と空を守り続けなければなりません。

(2023年9月20日受付)