

国際海運の温室効果ガス（GHG）削減に向けた規制と代替燃料の動向

公益財団法人日本海事センター
主任研究員

森本 清二郎



1. はじめに

世界の海上貿易を担う国際海運では年間約7億トンの温室効果ガス（GHG）が排出されており、これは世界のGHG排出量の約2%に相当する。パリ協定の目的を達成するためには、国際海運からのGHG削減が必要となるが、外航船の運航に関わる国は多岐にわたり、排出量を国ごとに割り当てることができないため、国連の専門機関である国際海事機関（IMO）で対策の検討が行われている。

IMOでは、2030年までにGHG排出がゼロまたはニアゼロの燃料（ゼロエミ燃料）などの使用割合を5%以上とし、2050年頃までにGHG排出量をネットゼロとする目標を掲げた「GHG削減戦略」を採択しており、同戦略の実現に向けた規制の導入を検討している。

一方、欧州連合（EU）では、IMOの規制に先行してEU関連航海から生じるGHG排出量の削減に向けた規制をすでに導入している。いずれの規制においても、今後、代替燃料の導入が必要となる。

本稿では、EUとIMOにおける規制の動向と国際海運における代替燃料の導入状況を紹介する。

2. 規制の動向

（1）海運EU-ETS

EUは、欧州気候法に基づく2050年までの脱炭素化を実現するための政策の一環として、EU排出量取引制度（EU-ETS）を海運分野に拡大適用する「海運EU-ETS」を2024年に開始している。同規制では、EU発着船の運航管理に責任を負う会社（船社）に対して、船舶からのGHG排出量と等量の排出枠（EUA）の購入および償却を義務付けている。ほかのセクターではEUAの無償割当も行われるが、海運分野はすべて有償割当となるため、船社は他セクターと共通の取引市場を介してEUAを調達する必要がある。

対象となるGHG排出量は、EU加盟国間の航海とEU港湾での停泊によって生じる排出量の100%、また、

EU加盟国と非加盟国の港湾間の航海によって生じる排出量の50%であり、2025年までは、これらの排出量の一部（2024年は40%、2025年は70%）のみを償却義務の対象とする移行措置が設けられている。2018年にはEU発着船の燃料消費量の計測、検証および報告を義務付ける制度（EU-MRV）が導入されており、同制度に従って算定されるGHG排出量をもとに規制が行われる。なお、EU-MRVのもとで報告されるGHG排出量は年間1億3000万トンに上り、国際海運全体の2割を占める。

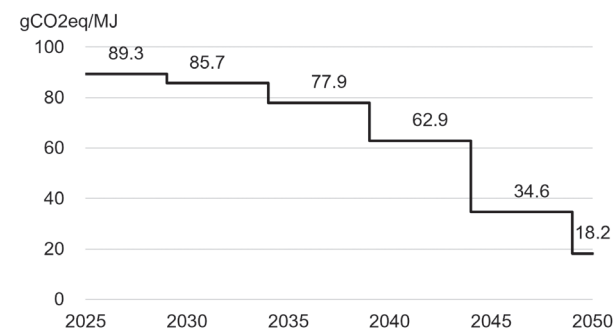
海運EU-ETSでは、GHG排出量に応じてEUAの調達費用が生じるため、船舶のエネルギー効率改善や代替燃料の使用が有効となる。たとえば、重油（LFO）を1トン使用した場合のGHG排出量は3.2トンであり、EUAのオークション価格は70ユーロ前後で推移しているため、LFOを使用すれば燃料トン当たり224ユーロの追加費用が発生することになるが、風力推進などの省エネ技術、バイオ燃料や液化天然ガス（LNG）などの低炭素燃料を使えば、規制に対応するための追加費用を抑えることができる。ただし、LNGはエンジンタイプによってはメタンスリップが発生し、削減効果が得られなくなる点に注意が必要となる。

（2）FuelEU Maritime

FuelEU Maritimeでは、2025年からEU発着船で使用する燃料（海運EU-ETSと同様、EU域内で使用する燃料の100%とEU域内外を結ぶ航海で使用する燃料の50%）の単位エネルギー当たりのGHG排出量（GHG強度）の年間実績を規制値以下にすることを船社に義務付けている。規制値は2050年にかけて5年ごとに強化されるため、段階的な移行が促される（図1）。GHG強度は、後述のIMO規制と同様、燃料の生産や輸送、貯蔵など上流側で生じる排出量（well-to-tank）と船舶での使用時に発生する排出量（tank-to-wake）を合わせたライフサイクル排出量（well-to-wake）をベースに算定される。

規制に適合する手段として、GHG強度の低い代替

図1 FuelEU Maritimeの規制値



出所：FuelEU Maritime規則をもとに作成

燃料の使用に加え、他船とGHG強度を合算する「プーリング」や罰金の支払いなども認められる。たとえば、LFOのGHG強度はCO₂換算でメガジュール当たり91.4gであり、2025年から2029年までの規制値である89.3gを超えるため、超過分にエネルギー消費量を掛け合わせたGHG排出量の「不足分」と、代替燃料の使用によってGHG強度が規制値を下回った他船の「余剰分」を合算して規制に適合させることができる。余剰分は、このように複数の船舶間で融通できるほか、翌年への繰り越し（バンキング）や翌年からの前借り（BORROWING）も認められる。不足分は罰金の支払いによって相殺することもできるため、船社は最終手段としての罰金の支払いも視野に入れつつ、最も効率的な手段を選択することになる。

代替燃料の中でも脱炭素化に必要な非生物由来の再生可能燃料（RFNBO）については、特別な措置が設けられている。ひとつは、2033年末までRFNBOを使用した分のGHG強度を本来の値の半分として計上できる優遇措置。もうひとつは、2031年におけるEU発着船のRFNBO使用割合が平均で1%に満たない場合、2034年から各船舶に対してRFNBOを年間2%使用することを義務付ける措置である。後者の措置は、義務を履行する手段としてGHG強度規制と同様のプーリングなどが認められる。

さらに、停泊時の排出削減に有効な陸上電源の普及を図るため、2030年からはコンテナ船と客船に対して、EUの指定港湾に停泊する際には、陸上電源またはこれに相当する代替技術の使

用が義務付けられる。

(3) IMO ネットゼロフレームワーク

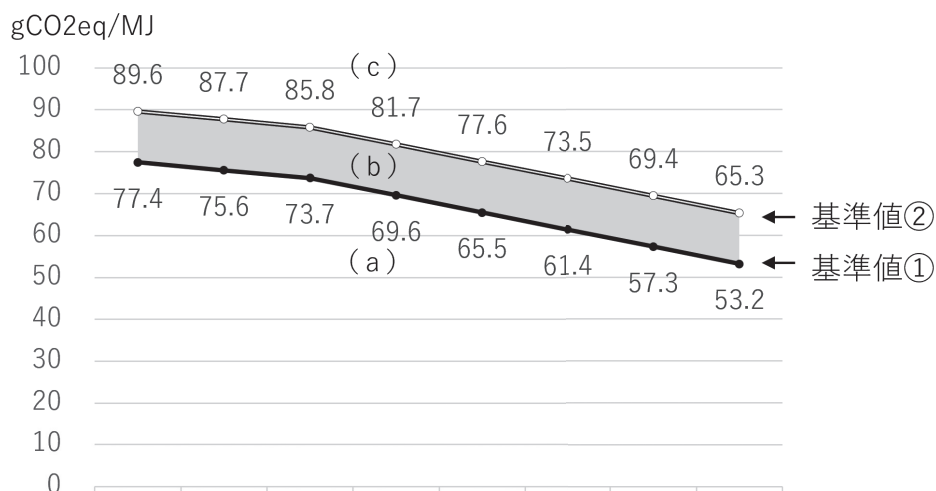
IMOでは本年4月、GHG削減戦略を実現するための規制として「IMOネットゼロフレームワーク」に係る条約改正案が承認（基本合意）されている。本年10月の審議で正式に採択されれば、2027年中に発効し、2028年に規制が始まることになる。

現在の条約改正案によれば、規制内容はFuelEU Maritimeと同様、船舶のGHG強度の低減を促すものであり、余剰分の取引や負担金の支払いによる規制適合を認める点でも共通する。

FuelEU Maritimeとの相違点は大きく2つある。1つめに、GHG強度の基準値が2つ設定されている点（図2）。船舶はGHG強度の年間実績に応じて3つのケース（図2のa、b、c）に分けられ、基準値①を下回る（a）の場合、余剰分のバンキングまたは（c）にいる他船への移転が認められる。基準値②のみ達成する（b）の場合、単価の低い負担金をIMOが設置する基金に支払う必要がある。基準値②を超える（c）の場合、（b）の負担金に加えて、基準値②の超過分に応じて単価の高い負担金を支払う必要がある。ただし、後者の負担金の代わりに（a）にいる他船から余剰分を調達して超過分の相殺に充てることもできる。

2つめに、基金の負担金収入は、ゼロエミ燃料などの使用に対する報奨金や途上国に配慮した燃料転換プロジェクトに活用される点。ゼロエミ燃料としては先進バイオ燃料や合成燃料が想定されるが、これらの燃料はほかの低炭素燃料より生産コストが高くなると予想されるため、余剰分の取引に加えて報奨金とい

図2 IMO ネットゼロフレームワークの基準値



出所：IMO (2025)をもとに作成

う追加的なインセンティブが設けられている。対象となるゼロエミ燃料のGHG強度の閾値は、2034年までは19g以下、2035年以降は14g以下に設定される。ただし、報奨金の単価や基金の運営体制など詳細は未定であるため、インセンティブの具体化にはさらなる検討が必要となる。

各船舶のGHG強度はIMOで採択された燃料ライフサイクル評価（LCA）ガイドラインに従って算定されるが、同ガイドラインに基づく各燃料のGHG強度はFuelEU Maritimeと異なる点に注意が必要である。

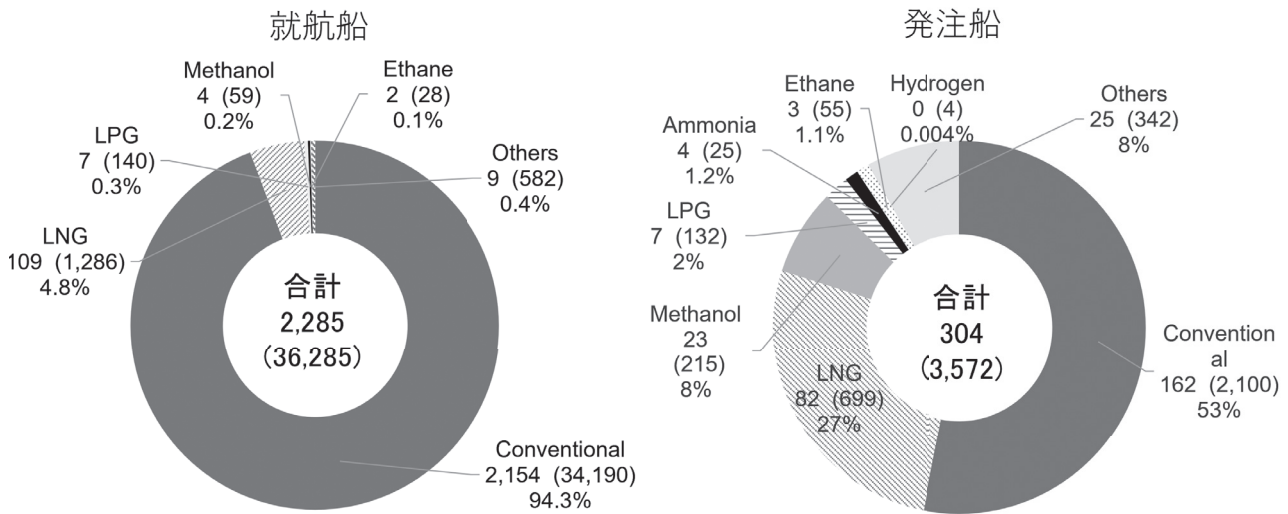
LCAガイドラインではGHG強度が定まっていない燃料も多く、燃料の持続可能性基準や合成燃料の評価方法などの検討課題も残されている。今後、IMOの規制開始までにガイドライン改定に向けた検討が必要となる。

3. 代替燃料の動向

（1）代替燃料船と燃料消費量

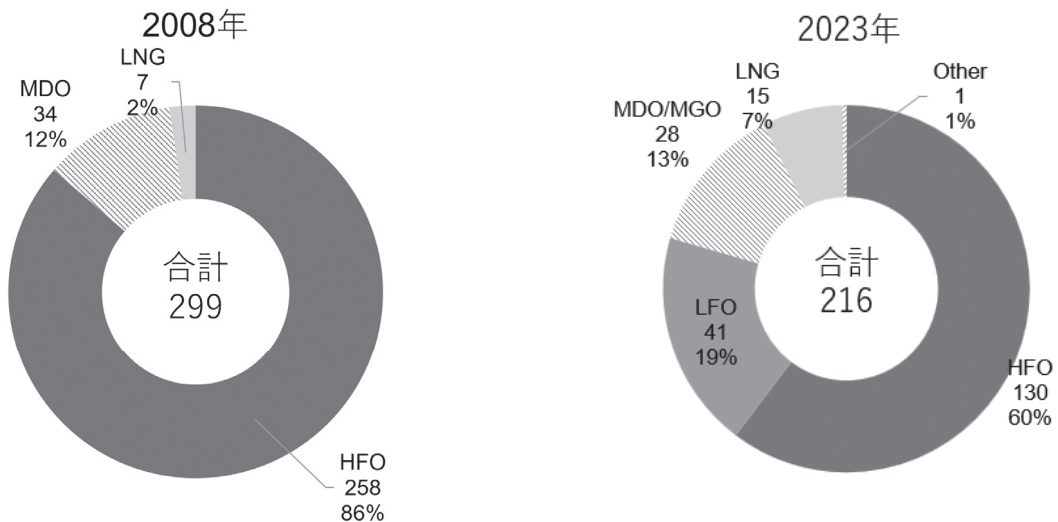
EUとIMOの規制は、いずれもGHG強度の高い重油の使用に対して追加費用を発生させ、LNGやバイオ燃

図3 代替燃料船の船腹量



備考：単位は百万DWT、括弧内は隻数。2025年5月時点のタンカー、バルカー、コンテナ船および客船が対象。
出所：S&P Maritimeデータをもとに作成

図4 国際海運の燃料消費量



備考：単位は百万HFO換算トン。2008年はThird IMO GHG Study（百総トン以上の船舶が対象）、2023年はIMOに報告された燃料消費データ（5千総トン以上の船舶が対象）に基づく。Otherはバイオ燃料、LPG、メタノールなどを含む。
出所：IMO（2015）、IMO（2024）などをもとに作成

料など低炭素燃料の使用にインセンティブを与えるものである。ただし、代替燃料の実効性を判断するためには、各燃料のGHG強度や価格、代替燃料船の船価など複数の要素を考慮する必要がある。

IMOの規制への対応を図るうえでは、報奨金の単価や燃料のGHG強度など、制度のさらなる具体化が必要となるが、国際海運ではすでにGHG削減に向けた規制強化の流れを踏まえ、代替燃料船の新造発注が増えつつある。5000総トン以上の**就航船約3万6000隻**でみると、**従来船（重油船）は載貨重量トン（DWT）ベースで全体の94%を占め、代替燃料船（大半はLNG）の比率は5%と少ないが、新造発注船約3600隻でみると、代替燃料船（LNG、メタノール、LPG、アンモニア、エタンなど）は全体の4割に上る（図3）。**

燃料消費量に占める代替燃料シェアも増加傾向にある。5000総トン以上の外航船の燃料消費量は年間2億トンを超え、9割以上は重油または船用ディーゼル油であるが、**2023年のLNGシェアはエネルギーベースで7%に上り、2008年のLNGシェア2%から増加している（図4）。**近年はバイオ燃料が増えつつあり（2023年は40万トン）、今後、IMOの規制が導入されれば、就航船の大半を占める重油船でドロップイン燃料として利用可能なバイオ燃料の需要はさらに増加することが見込まれる。

（2）バイオ燃料とメタノール・アンモニア

中長期的に導入拡大が期待されるゼロエミ燃料（先進バイオ燃料や合成燃料）については、利用可能性や価格など不確実性があるため、今後の道筋は明らかではない。ここでは、各種レポートを踏まえ、バイオ燃料、メタノールおよびアンモニアに関する需給動向について紹介する。

ノルウェー船級協会（DNV）によれば、2023年における液体バイオ燃料の生産量は石油換算で1億1000万トンに上るが、全体の99%は自動車で使用されており、航空は0.5%（60万トン）、海運は0.6%（70万トン）と限定的である。これら液体バイオ燃料のうち、持続可能な先進バイオ燃料は全体の15%を占めるが、今後、海運において先進バイオ燃料の利用を進めるうえでは、廃棄物などの原料確保や持続可能性基準、他セクターの需要増加が制約要因になるとされる。国際エネルギー機関（IEA）の将来シナリオによれば、2030年における液体バイオ燃料の生産量は石油換算で1億4000万トンから1億8000万トンとなり、そのうち、海運における需要は200万トンから300万トンとされる。また、船用バイオディーゼル油は、需要が堅調

でほかの代替燃料と比べて安価なため、2030年にかけて価格が下がる可能性は低いとされる。一方で、世界の石油・ガス大手が主導する「OGCI（石油・ガス気候変動イニシアチブ）」は、2050年にかけて船用燃料需要におけるバイオ燃料のシェアが堅調に伸びるシナリオも示しており、バイオマス資源の賦存量や持続可能性の定義、他セクターの需要動向などの要因によって海運分野での利用可能性が左右されると指摘している。

フィンランドの調査会社GENA Solutions Oyによれば、2025年4月時点で操業中または建設中の「再生可能メタノール（バイオメタノールまたは合成メタノール）」生産プロジェクトの生産能力は2030年に350万トンとなり、基本設計段階のものを含めると720万トン、稼働する可能性が高いものを含めると1360万トンになる。プロジェクトの大半はフィージビリティ調査またはその前の段階にあるため、IMOにおける条約改正案の承認はプロジェクトの経済性に好影響を及ぼす一方で、報奨金やLCAガイドラインなど制度面で不確実な状況が続けば、投資決定の遅れにつながるとされる。仮に350万トンの再生可能メタノールが全て国際海運で利用されると考えた場合、熱量ベースで国際海運の燃料需要の0.8%に相当する。

同社は、窒素とグリーン水素またはバイオマス由来水素の合成によって生産される「再生可能アンモニア」の生産能力も推計している。それによれば、2025年4月時点で操業中または建設中のプロジェクトの生産能力は2030年に500万トンとなり、基本設計段階のものを含めると1400万トン、稼働する可能性が高いものを含めると2600万トンになる。ただし、当該レベルが実現するためには、需要側のコミットメントを促す政策支援が必要とされる。仮に500万トンの再生可能アンモニアが全て国際海運で利用されると考えた場合、熱量ベースで国際海運の燃料需要の1.1%に相当する。

産業界の脱炭素化を目指す官民パートナーシップ Mission Possible Partnership（MPP）もグリーンアンモニアやブルーアンモニアなどライフサイクル排出量の少ない「低排出アンモニア」の将来シナリオを示している。2050年ネットゼロを最も低いコストで実現するLowest Costシナリオの場合、2030年の生産量は7000万トンとなり、最も早くネットゼロを実現するFastest Abatementシナリオでは1億6000万トンとなる。ただし、海運分野での導入量を増やすためには、需要側に対する政策支援が必要とされる。

以上の点を踏まえると、**バイオ燃料は従来型の重油船でドロップイン燃料としての需要増加が見込まれる**

状況のもと、いかに海運分野への供給量を確保できるかが課題であり、持続可能性基準や他セクターの需要動向が利用可能性に影響を及ぼすと考えられる。また、GHG強度の低いメタノールとアンモニアは、現在の生産プロジェクトを踏まえれば、いずれも2030年時点で一定の生産能力が期待されるものの、その実現には、需要を後押しする規制と政策支援の具体化が必要になると考えられる。

4. おわりに

国際海運のGHG削減に向けた規制の強化と産業界の取り組みは政治的な動向と密接に絡む。本年4月のIMOネットゼロフレームワークに係る条約改正案の承認は、これまで経済的手法に関する議論が膠着状態にあったことを踏まえれば画期的な合意であったが、一定の反対国もあったため、10月の採択審議に向けて予断を許さない状況にある。また、仮に採択された場合であっても、基金の運営やLCAガイドラインの改定など規制開始に向けた検討課題が残されており、これらの課題を解決するための国際協調が一層重要となる。

加えて、IMOの規制導入が決定した場合、EU関連航海では2つの異なる規制が併存することとなり、海運業界にとっては異なるデータの報告など煩雑な対応が強いられ、大きな負担が生じることになる。公平な競争条件のもと、効率的なGHG削減に取り組むためには、統一的なグローバル規制が必要であり、EUにおける規制の見直しが求められていくことになるだろう。

今後、代替燃料の導入を図るためには、規制による需要の創出に加えて、初期段階における化石燃料とのコスト差を埋める政策支援が重要となる。EUでは欧州水素銀行によるグリーン水素の生産に対する支援が進められており、今後、IMOにおける基金の活用を含め、ゼロエミ燃料の普及に影響を及ぼす各国の政策動向にも注目していく必要がある。

(参考文献)

- ・ DNV (2025), Biofuels in Shipping - Current market and guidance on use and reporting.
- ・ GENA Solutions Oy (2025), Renewable methanol update (April 2025).
- ・ GENA Solutions Oy (2025), Clean ammonia update (April 2025).
- ・ IEA (2024), Renewables 2024 - Analysis and forecast to 2030.
- ・ IMO (2015), Third IMO GHG Study 2014.
- ・ IMO (2024), Report of fuel oil consumption data submitted to the IMO Ship Fuel Oil Consumption

Database in GISIS (Reporting year: 2023).

- ・ IMO (2025), Circular Letter No.5005.
- ・ OGC (2023), Economically Viable and Sustainable Biomass for Marine Fuel Use.

(筆者略歴)

早稲田大学大学院政治学研究科博士後期課程単位取得退学。日本海事センターにて国際海運の環境政策の調査研究に従事。

日本船舶技術研究協会主催「国際海運GHGゼロエミッションプロジェクト」委員、東京都市大学非常勤講師などを務める。

