

日本におけるLNGバンカリングの普及可能性



植村哲士



石井伸一

CONTENTS

- I 強化される海洋環境規制
- II 世界のLNGバンカリングの導入状況
- III 日本のLNGバンカリングへの取り組み
- IV 日本におけるLNGバンカリング拠点整備の課題
- V さらなるLNGバンカリング拠点整備が期待される日本

要約

- 1 海運分野では、国際海事機関（IMO：海事問題に関する国際協力を促進するための国連の専門機関）により、2020年1月1日以降、酸化硫黄（SOx）や酸化窒素（NOx）の排出規制の強化や、新造船の燃費規制（EEDI Ph3）の強化が進んでいる。これらの規制強化への対応策の一つとして船用燃料に液化天然ガス（LNG）を用いる取り組みが世界的に進められている。
- 2 日本では、国土交通省の支援の下、東京湾・伊勢湾でLNGバンカリング拠点整備が進められている。また、日本全国に整備されているLNG受入基地を活用して、苫小牧、大阪・神戸、九州・瀬戸内、沖縄でもLNGバンカリング拠点整備に向けた動きが活発化している。
- 3 今後、運輸部門や発電部門（石炭の輸送時の温室効果ガス排出削減）の温暖化対策などに船用燃料としてのLNGを位置づけるとともに、東京湾・伊勢湾以外の港湾でもバルク船、フェリー、RORO船、クルーズ船などを対象にしたLNGバンカリング拠点を整備していく必要がある。

I 強化される海洋環境規制

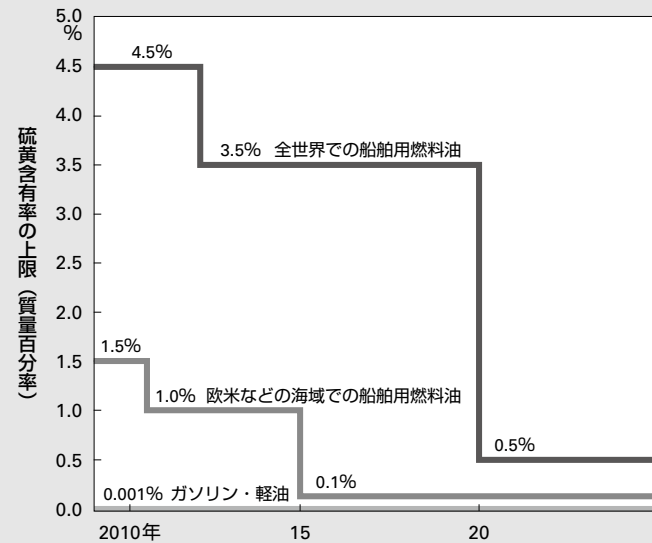
1 直面している海洋環境規制

現在、海運業界が直面している海洋大気環境規制^{注1}は、国際海事機関（IMO）によるSOxやNOxの排出規制（海洋汚染防止条約（MALPOL、マルポール）^{注2}附属書VI「船舶からの大気汚染防止に関する規則」のフェーズⅢ（全一般海域の燃料油硫黄分規制強化（3.50%→0.50%^{注3}、2020年1月1日実施）、以降SOx規制）である。2021年1月からはNOxも北海・バルト海で排出基準-80%の削減が義務付けられる。さらに、マルポール条約附属書VI「エネルギー効率設計指標（EEDI）」および「船舶エネルギー効率管理計画書（SEEMP）」（以降EEDI規制^{注4}）による新造船に対する燃費規制も段階的に強化されている。

2020年1月1日から強化された燃料油の硫黄分規制の推移を示したものが図1である。2020年1月現在で0.1%のSOx規制がかけられているのは図2の海域である。

0.5%のSOx規制は、2019年1月1日以降中国沿岸と長江と西江河川域でもかけられている（図3）。また、中国では、2020年1月

図1 SOx比率規制の推移



出所) 国土交通省資料より作成

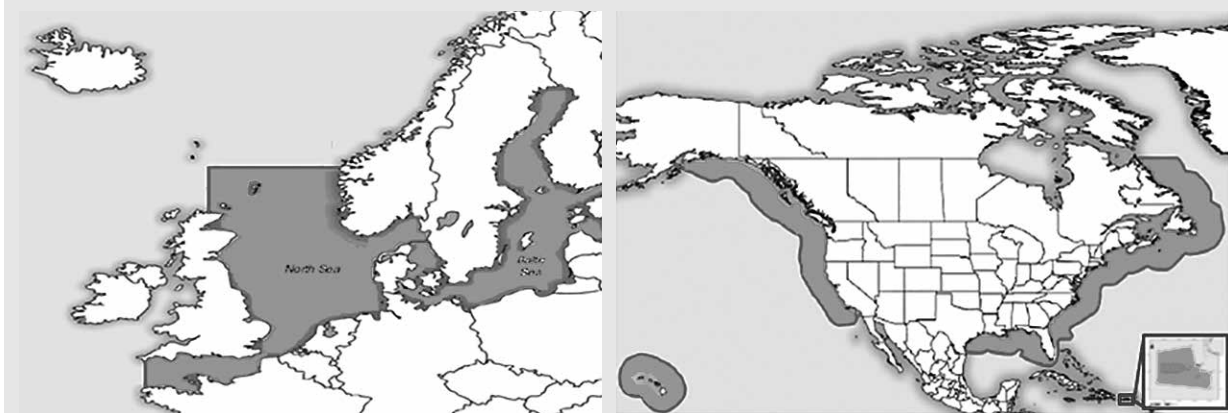
<https://www.jsanet.or.jp/environment/pdf/soxsymposium.pdf>

1日以降、海南島と長江などの河川で0.1%のSOx規制へと規制強化されている^{文献1}。

さらに、韓国沿海域でも大気汚染物質の排出規制エリア（Port Air Quality Control Zones、以降、韓国ECA）が2020年1月1日から設定される（図4）。

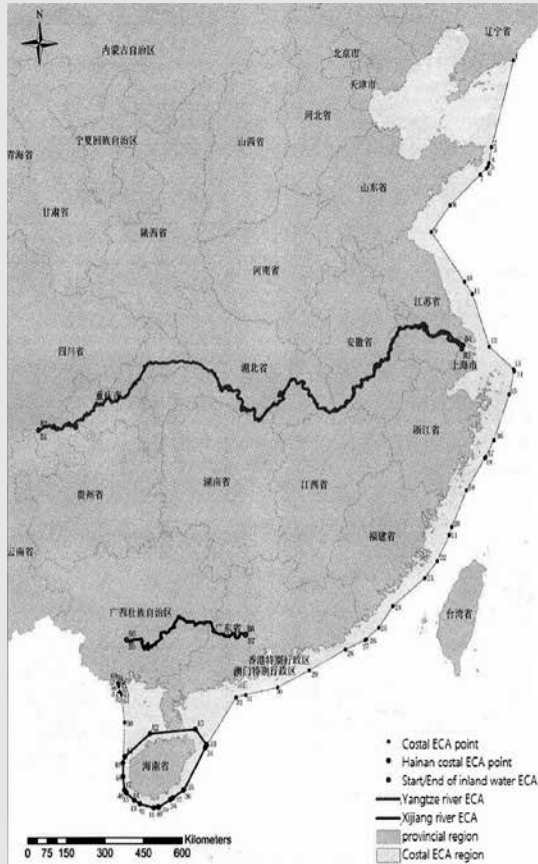
一方、台湾では、排出規制海域（ECA）は設定されていないものの、2019年1月1日から、高雄、台中、基隆、台北、花蓮、蘇

図2 排出規制海域（ECA：Emission Control Area）



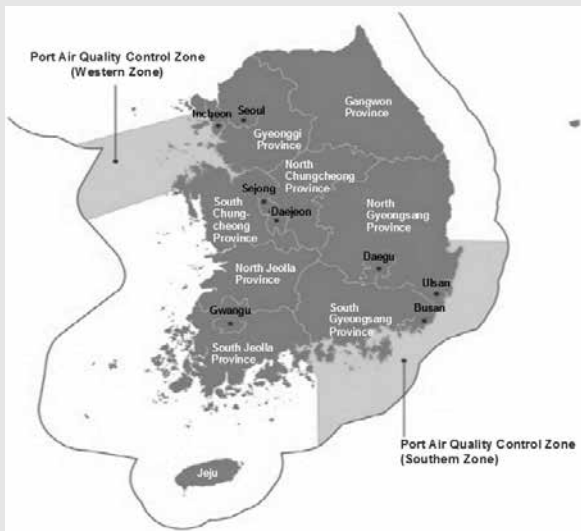
出所) 日本海事協会

図3 中国の大気汚染物質排出規制エリア (ECA)



出所) 日本船主責任相互保険組合Webサイトより作成
[https://www.piclub.or.jp/wp-content/uploads/2018/12/No.1003_中国ー大気汚染物質排出規制エリア \(ECA\) について \(その15\) .pdf](https://www.piclub.or.jp/wp-content/uploads/2018/12/No.1003_中国ー大気汚染物質排出規制エリア (ECA) について (その15) .pdf) (2020年1月8日閲覧)

図4 韓国の大気汚染物質排出規制エリア



出所) Fung, Freda (2019) "South Korea Establishes an Emission Control Area for Ships." より作成

澳、安平の各港湾の国際商業港エリアに入港する外航船に対してIMO規制を1年先取りして、硫黄分0.5%規制が導入されている^{注5}。

このような世界全体の動向や近隣国の規制強化の流れに反して、日本では沿海域に排出規制海域 (ECA) の設定が行われておらず、2020年1月1日時点で、今後も設定される予定はない。

2 代表的なSO_x規制対応策

SO_x排出規制対策として、主に3つの対応策が知られている (表1)。LNG燃料船、LPG燃料船は主機関の入れ替えが必要になるため、船舶の定期修繕時にレトロフィット (改修・改造)^{注6}か、新造船時に導入するしかない。このため、スクラバー (洗浄集塵装置) の適用が可能総トン1万トン以上の大型外航船を除いて、規制遵守のために適合油を使うことが一般的である。

SO_xやNO_xの対策技術のうち、LNG燃料船は既存船のレトロフィットが難しいといわれており、また、スクラバーは適用船型が総トンで1万トン以上といわれているため、主に内航船や日中台韓露を航行する小型の外航船は適合油による対応が一般的となっている。

2020年1月1日のSO_x規制の適用に伴い、東京での適合油 (VLSFO (低硫黄重油) とLSMGO (低硫黄ガスオイル)) の価格は、1月中旬まで緩やかに上昇していたが、その後VLSFOは下落している (図5)。同様に、シンガポールでは、VLSFO、LSMGOとも1月上旬まで上昇していたが、その後は下落に転じており、20年2月初頭時点で19年12月初頭と変わらないか下回る水準で推移している

表1 SOx規制対応の3つの方法

方法	概要	適用可能船型	燃料
適合油	硫黄分0.5% (ECAがある地域では0.1%未満) の燃料油を使用する 船側の設備、燃料油の補給設備に追加投資は不要	すべての船型	硫黄分が0.5% より低い燃料油
スクラバー	エンド・オブ・パイプで排ガス洗浄装置をつけ、SOxを除去する スラッジが発生するが、処理水を海洋投棄するオープンスクラバー式とスラッジをためて 寄港時に処理するクローズドシステムに分けられる。日本の港湾ではスラッジ処理設備は 未整備である	総トンで1万 トン以上 レトロフィット が可能なが 場合あり	硫黄分が0.5% より高い燃料油 (従来は硫黄分 3.5%)
LNG燃料船	タンク、燃料システムを極低温仕様にする必要があり、30%の新造費増になる。 日本では、全国にLNG基地が存在し、LNGバンカー船への出荷設備も複数のLNG基地で整 備済みであり、トラックによるLNG 供給は可能であるが、LNGバンカー船は、2隻建造中 である	総トンで350 トン以上 新造船が推奨 されている	LNG

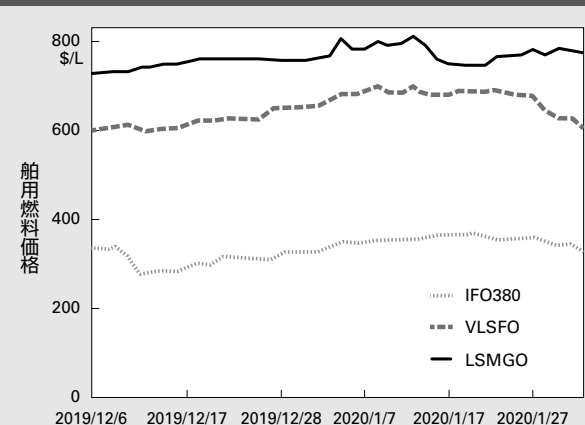
(図6)。20年2月初頭時点で、コロナウイル
スや米中貿易摩擦などにより海運は活発では
なく、19年末から20年1月にかけての中東の
緊張も、20年2月初頭には落ち着いているこ
とが燃料価格の下落の原因と考えられる。こ
のように燃料価格は国際情勢に反応しており、
安定的な見通しを持ちにくい状況である。

現実には、燃料商社大手の伊藤忠エネクス
が内航船向けの燃料の参考価格を20年1～3
月期で6万9300円/kl (約6万180円/mt、約
552\$/mt) としており^{注7}、市況より安い水準
の値段が提示されているようであるが、燃料

価格の高騰も危惧されていることから、国内
では内航海運運賃にサーチャージを認めるこ
とで荷主や利用者の燃料価格高騰の負担を軽
減する措置が取られている^{注8}。

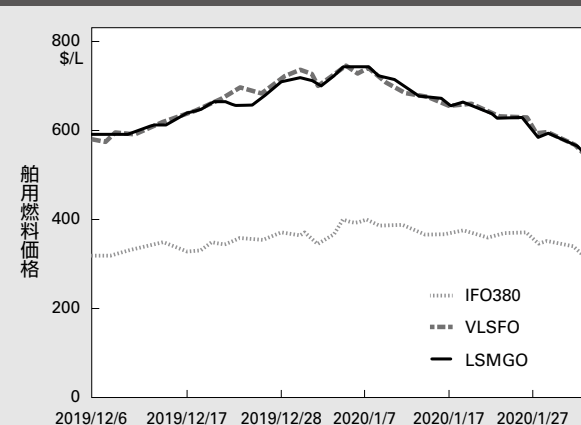
図7によると、現在のLNGの輸入平均価
格 (JLC : Japan Liquefied Natural Gas Cock-
tail) や輸入スポット価格 (METI Spot) を
見る限り、JLCと適合油は熱量換算で1.5倍程
度の値差がある。LNGは受入基地から船舶
への輸送費などが必要であるため、それを含
んだ価格に近い価格と見られる四国ガスの原
料費と適合油を比較した場合でも、20～30%
程度、LNG価格の方が安くなる可能性があ

図5 東京の船用燃料価格



注) IFO : Intermediate Fuel Oil, VLSFO : Very Low Sulphur Fuel Oil (SOx
0.5%以下), LSMGO : Low Sulphur Marine Gas Oil (SOx 0.1%以下)
出所) <https://shipandbunker.com/prices>

図6 シンガポールの船用燃料価格



注) IFO : Intermediate Fuel Oil, VLSFO : Very Low Sulphur Fuel Oil (SOx
0.5%以下), LSMGO : Low Sulphur Marine Gas Oil (SOx 0.1%以下)
出所) <https://shipandbunker.com/prices>

る。もちろん、適合油もLNGも市況で価格が変化するため、将来もこの関係が維持できるかどうかは分からないが、中長期的なLNGの供給増とLNG価格の高騰リスクは小さいとの見通しもある文献²ことから、LNGについては2030年頃までは現状のJLCの水準にLNGの配送費を加えた水準を想定しておけばよいと思われる。

日本でも既にSOx規制対応についてはレポートが公開されている文献^{3, 4, 5}が、主に船側、港湾側からのアプローチである。本稿では、3つのSOx規制対応のうち、特にLNGバンカリングに特化して、LNGサプライヤー側から見た世界や日本の動向の紹介と、日本のLNGバンカリング拠点整備の可能性について言及している。

3 代表的なLNGバンカリングの方法

表2は、LNGバンカリングの4つの方法である。

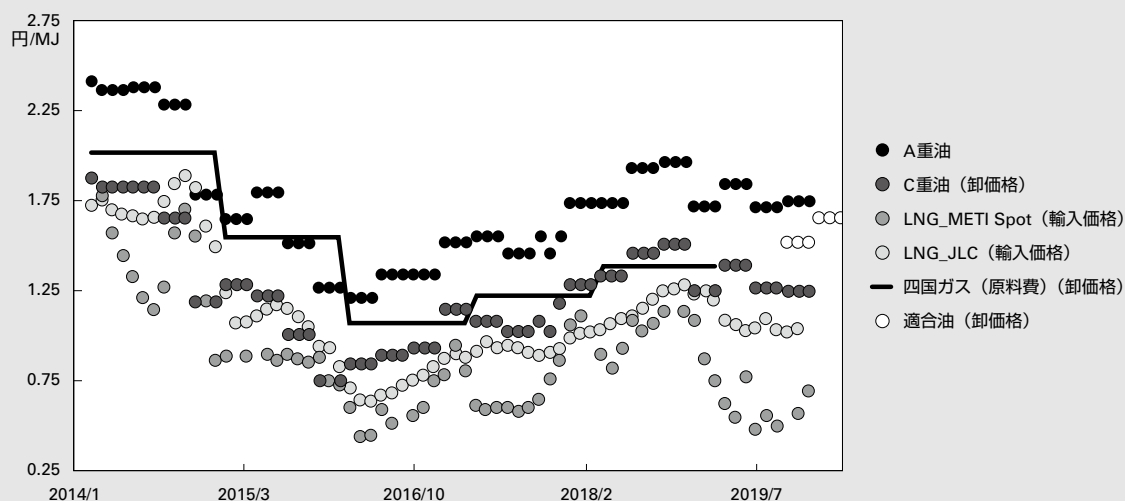
ローリーによる供給、ISOコンテナによる供給は、タンクサイズが15トン（30m³）程

度までであり、複数台数による供給は可能であるものの、荷役時間を考えると100~200m³程度までの供給が限界である。

一方、バンカリング船による供給の場合、世界的には7500m³や18600m³のLNG燃料補給用のタンクを保有するLNGバンカリング船が建造されている。日本では既存の内航LNGタンカーのタンクサイズが2500m³か3500m³であり、また、北米航路、オーストラリアまでの往復を考えると、この程度の補給量で十分と見られるため、現在建造中の2隻のLNGバンカー船も2500m³（4000m³まで拡張可能）と3500m³となっている。

LNGの燃料補給にどの方法を選択するかは、LNGの補給量だけでなく、港湾における埠頭のスペース制約、荷役時間、経済性などの要素も考える必要がある。100m³程度の補給量が必要な場合、ローリーでは3台以上から、同時もしくは順次、LNGを補給する必要があるが、荷役中に3台同時に15トン積みローリーを並べられる埠頭のスペースがある港湾は、日本国内には必ずしも多くない。

図7 熱量ベースのLNGと船用重油・適合油の価格比較



出所) A重油、C重油、適合油は日本内航海運組合総連合会「内航燃料油価格」より、JLCは財務省「貿易統計」より、METI Spotは経済産業省「スポットLNG価格調査」より、四国ガス（原料費）は四国ガス有価証券報告書各年度版より作成

LNGの補給時間を短くする対策として、ISOコンテナをカートリッジのように使ったり、埠頭もしくは埠頭の近くにLNGサテライト施設を整備し、そこから短距離の耐冷パイプラインとローディングアームを埠頭に整備することが考えられるが、前者は船に専用の設備が必要になるため設計段階から考慮する必要があり、後者は埠頭付近にLNGサテライト施設用の敷地を確保できるか、耐冷パイプラインの敷設に伴う隔離規制を満たすことができるかなどの課題が生じる。一方で、ローリー、ISOコンテナ、LNGサテライト施設整備によるShoreTSは、いずれも安全規制以外は港湾管理者によって承認されれば実施できるところが利点である。

バンカリング船による供給は、船型、タンクサイズなどにもより、かつ造船業界や冷熱設備業界の好不況により船価が変動する。一説には既存の内航LNGタンカーのバンカー船仕様で60億円程度するともいわれており、この投資回収を行えるかどうかSTSサービスペロバイダーにとっての課題になる。特

に、現時点でLNG燃料船が多くない中で投資に踏み切るとは事業者にとってもリスクが大きく、LNG燃料化における「鶏・卵論争」を引き起こしている。

図7の四国ガス（原料費）は、これらのLNGの輸送費を含んだ金額に近い参考価格となるが、LNG内航タンカーとLNGバンカリング船の船価の差を考慮すると、配送費を含めたLNGの売渡価格と適合油との値差はさらに縮まる。

LNG燃料船化の際にもう一つ考える必要があるのが、船舶のLNG燃料供給システムである。LNGは-162℃という極低温であるため、LNG燃料タンクや燃料供給系は極低温仕様になる。この結果、適合油使用の船舶の船価と比較して30%程度の船価上昇が生じる。特に、小さい船型の船舶ほどこの比率が大きくなる傾向がある。

これらの初期投資の増加分を燃料価格の値差で回収することになるため、個別事例で経済計算を慎重に行う必要がある。

表2 LNGバンカリングの代表的な方法

種類	略称	概要	対象ケース	事例
Truck To Ship (ローリー供給)	TTS	LNG基地からLNGローリーでLNGを港湾の埠頭まで輸送し、埠頭から船へフレキシブルホースでLNGを補給する	一回の補給が最大20～30トンまでの大・中・小型船舶	東京湾、伊勢湾、大阪湾、北九州でのタグポートへのLNG供給
Portable Tank To Ship (ISOコンテナ供給)	PTTS	LNG基地からISOコンテナでLNGを港湾の埠頭まで輸送し、埠頭から船へは、船のコンテナを積み替えることでLNGを補給する	船上にコンテナの設置スペースがあるフェリー、RORO船など	フランスのOuireham港におけるBritany Ferryのクルーズフェリー向けISOコンテナを用いたLNG供給
Ship To Ship (バンカリング船による供給)	STS	LNG基地からLNGバンカリングバージ/LNGバンカリング船でLNGを輸送し、停泊中の船舶に横付けして海側から補給する	1,000トン単位の補給も可能であり、大型船や外航航路の船舶を対象とする	Marine LNG Zeebruggeによる自動車運搬船やシャトル原油タンカーへのLNG供給、東京湾、伊勢湾でのLNG燃料供給
Shore To Ship (パイプラインによる供給)	ShoreTS	LNG基地から、短距離であればパイプライン、短距離でなければLNGローリーやISOコンテナで埠頭に設置した一時貯蔵タンクにLNGを保存し、陸上から直接船舶にLNGを供給する	埠頭にLNGローリーやISOコンテナの留置スペースがないが、近隣にLNGサテライトを設置できる場合や、LNG受入基地の周辺に大型船・外航船が着桟しており、LNG基地から冷熱仕様のパイプラインを短距離整備するだけで済む場合	戸畑LNG基地における石炭船へのLNG燃料供給

II 世界のLNGバンカリングの導入状況

1 運輸分野の温暖化対策として取り組まれる欧州

欧州では、SOx規制以外に、地球温暖化対策の観点から139の主要港湾にLNGバンカリングの設備を整備するように指令（Directive2014/94/EU）が発せられている。Trans European Core Networkに位置づけられている139の港湾（2020年まで）・内航水運の港湾（2025年まで）においてLNGバンカリング拠点整備を進めることになっている（図8）。

欧州のLNGバンカリング拠点は、主要な物流ルートに沿って整備されることになっており、既にフェリーやセメント運搬船、自動車運搬船、クルーズ船のLNG燃料船化が始まっている。特にノルウェーはNOx Fondと

呼ばれるNOx削減技術を導入した船舶に向けた資金支援制度があり、LNG燃料船も対象になっている。この結果、世界で最もLNG燃料船が運行されている国になっている。

2 アジアのバンカリングハブ・海運ハブの地位を堅守するシンガポール

シンガポールでは、2017年にLNG受入基地であるSLNGにおいて、Pavilion Gas（2019年にTotalと協力関係を構築、同年にMOLが12000m³のLNG燃料供給（バンカリング）船の運航契約を締結）、とFueLNG（ShellとKeppelのJV）がLNGバンカリングのライセンスを取得し、Truck To Ship（TTS）での燃料供給を開始している。直近で、KeppelやManjuなどが運行するタグボート3隻とSinanjuの運行するオイルタンカー1隻が

図8 Trans European Core Network に位置づけられている139の港湾



出所) <https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html>

LNG燃料化される予定である。また、19年に Pavilion Gasがシンガポールで最初のSTSの荷役を行い、Fuel LNGも20年中にはSTSで LNGバンカリングを実施する予定である。

SLNGも拡張計画を有しており、18年の Phase3拡張工事で4基目のタンクが完成し、年間処理能力は6 mtpaから11 mtpaに増加している。また、第二栈橋はLNGバンカー船に対応しており、19年2月より2000m³から1万m³のタンクサイズのLNGバンカー船に対して供給可能である。さらに、第三栈橋も1万m³から4万m³のタンクサイズのLNGタンカーに対応するための構造を有しており、需要次第で大型のLNGバンカー船への補給も将来は可能と見られる。一方で、エネルギー市場監督庁（EMA）は、LNGの浮体式貯蔵・再ガス化施設の建設に向けた実現可能性調査を16年から進めており、19年11月に関心表明（EOI）提出を呼びかけ、提出締め切り20年2月末となっている。

このように、シンガポールは、現在の世界におけるオイルバンカリングハブの地位を堅守するべく、着実に船用LNG燃料についても歩を進めている。

3 沿岸部の大気汚染対策として 取り組まれる中国

中国では2013年から揚子江などの内陸水運でLNG燃料船の普及が進められてきており、13年から17年にかけて約1470億円の補助金が LNG燃料船の建造に支出されている。この結果、16年末までに99隻が新造もしくはレトロフィット（改修）された。

しかしながら、十分な数のLNG燃料船が就航しているとはいえ、中国政府は25年ま

でLNG燃料船の建造とLNGバンカリングインフラの整備を進めようとしている。中国交通運輸部は、LNGバンカリングを推進するための計画を18年にパブリックコメントにかけており、その中で政府が建造する船舶の15%をLNG燃料船にし、大規模河川を航行する船舶の10%をLNG燃料船とする計画を立てている。また、中国全土で2カ所のLNGバンカリングハブを形成し、そのうち1カ所は寧波とすることとしている。

これを受けて、ガス会社のENN Energyが8500m³の供給能力を持つLNGバンカー船を寧波近くの舟山ターミナルで20年に運用を開始する予定である。同様に、中国財政部もLNG燃料船に対して積み替え手数料（transit fee）の減免と、入港優先順位の引き上げを指示する指令を発行している。この結果、18年3月までに275隻がLNG燃料化され、そのうち160隻は新造されている。このほかにも各省政府が独自に船用燃料としてのLNGの導入目標を掲げている^{文献6}。

中国においても、LNG燃料船は低硫黄燃料を使用する通常の船と比較して20~30%船価が高いため、船主はLNG燃料船の建造に踏み切れないでいるようである。しかしながらCNOOCやPetroChina、Kunlun Gasなども江西省でLNGバンカリングインフラ整備のプロジェクトを始めており、徐々にLNG燃料供給網も整備されていくと見られる。

4 海運ハブの維持・造船大国維持 として取り組まれる韓国

韓国では、2020年9月1日から主要5港湾（釜山、仁川、麗水・光陽、蔚山、平沢・唐津）で0.1%硫黄規制が入る。また、22年1

月から全船舶が0.1%規制の対象になる。このために、韓国ガス公社（KOGAS）は船舶用LNG燃料の国内需要は22年に31万トン、30年には136万トンに増えると予想し、既に17年には小型LNG運搬船2隻のうち1隻をLNGバンカリングReady船舶として発注し、運行が始まっている。ただし、この船は当面、統営LNG基地から済州島への国内輸送に使われており、今後どの程度LNGバンカリングに従事するかは不明である。

釜山港は、釜山新港の外に浮体式貯蔵設備（FSU：Floating Storage Unit）を利用したLNGバンカリング設備を計画しているが、20年1月時点で場所の選定、概要設計も完了しておらず、まだ時間がかかると見られる。また、蔚山でも北東アジアオイルハブ事業の一環として、LNGバンカリングに向けた施設整備が行われる予定である。

5 後背地で産出する天然ガスを活用し低価格のLNG供給を目指す

カナダ・ブリティッシュコロンビア州

バンクーバーでは、Fortis BCが所有・運営する既存のピークシェービング用のLNG

液化・貯蔵設備を活用し、BC Ferries（州立旅客フェリー運航会社）やSeaspan（私営貨物フェリー運航会社）向けのTTSを既に実施している。バンクーバー港としてSTSにも関心があり、ブリティッシュ・コロンビア州北部で産出するコスト競争力のある天然ガスを活用したLNGバンカリング拠点化を目指している。

これを受けて、2022年にSeaspanの棧橋でShoreTSが開始される予定であり、STS用のLNG燃料供給船も22～23年頃に運航開始予定である。

Ⅲ 日本のLNGバンカリングへの取り組み

1 主要なステークホルダーの取り組み状況

(1) 政府の取り組み

LNGバンカリングに関する政府の関係部局は複数にわたる（表3）。海運分野の地球温暖化対策にかかわる国土交通省海事局、環境省地球環境局、港湾整備の観点からかかわる国土交通省港湾局、安全管理の観点からか

表3 関係省庁と役割

関係省庁	役割
国土交通省海事局海洋・環境政策課	船舶の環境規制対応、代替燃料活用の推進（環境省と連携し、代替燃料活用による船舶からのCO ₂ 排出削減対策モデル事業を推進）、運輸部門省エネルギー化推進事業（補助金）の推進（資源エネルギー庁と連携し貨物輸送事業者と荷主の連携等による運輸部門省エネルギー化推進事業（補助金）を推進）
国土交通省港湾局港湾経済課	LNGバンカリング拠点整備の推進（LNGバンカリング拠点形成事業）
資源エネルギー庁石油天然ガス課	LNGの輸入、利用の促進（除く、国内のLNG利用の規制・監督）
国土交通省海上保安庁	港長としての港湾水面の安全面の監督
環境省地球環境局	運輸部門の地球温暖化対策、代替燃料活用の推進（国土交通省と連携し、代替燃料活用による船舶からのCO ₂ 排出削減対策モデル事業を推進）
経済産業省産業保安グループ 高圧ガス保安室	高圧ガス保安法に基づく安全規制

かわる海上保安庁、経済産業省産業保安グループ、LNGの利用促進の観点からかわる資源エネルギー庁石油天然ガス課である。このほかに、各港湾の港湾管理者が主たる政府部門の関係者になる。

海事局、環境省はLNG燃料船の普及促進の際に船型について特に指定していない。一方で、東京湾・伊勢湾で進められているLNGバンカリング拠点整備は港湾の国際競争力強化の観点から進められているところもあり、2020年1月時点でフェリー、RORO船、バルク貨物船などを対象にした港湾についてLNGバンカリング拠点整備の動きは進んでいない。一方で、日本の主要港には既にLNG受入基地が整備されており、後述するようにLNG供給側はLNGバンカリング拠点整備に強い関心を持っている。

石油天然ガス課はLNGの利用促進を所管している一方で、国内のLNGの利用促進について特に所管しているわけではない。このため、船用燃料としてのLNG供給について事業として所管している部課は現時点で存在していない。

中央官庁以外に、各港湾管理者の取り組みも始まっている。伊勢湾・三河湾では、名古屋港管理組合、四日市港管理組合、愛知県が

協調して、LNG燃料船、LNGバンカー船の入港料の全額免除を打ち出している。また、横浜港では、LNG燃料船を含むエコシップに対する入港料の減免を実施しており、阪神港でも同様の検討が行われている。

(2) 船社・船主・荷主の取り組み

SO_x規制とそれに伴う燃料費の上昇は船社や船主にとっても負担になっており、たとえば、新聞用紙や農産物を運ぶ貨物船の釧路—東京の往復(約1900km)の場合、低硫黄C重油に燃料を切り替えることで燃料費が約550万円から約710万円へと約30%増加すると予想されている^{注9}。

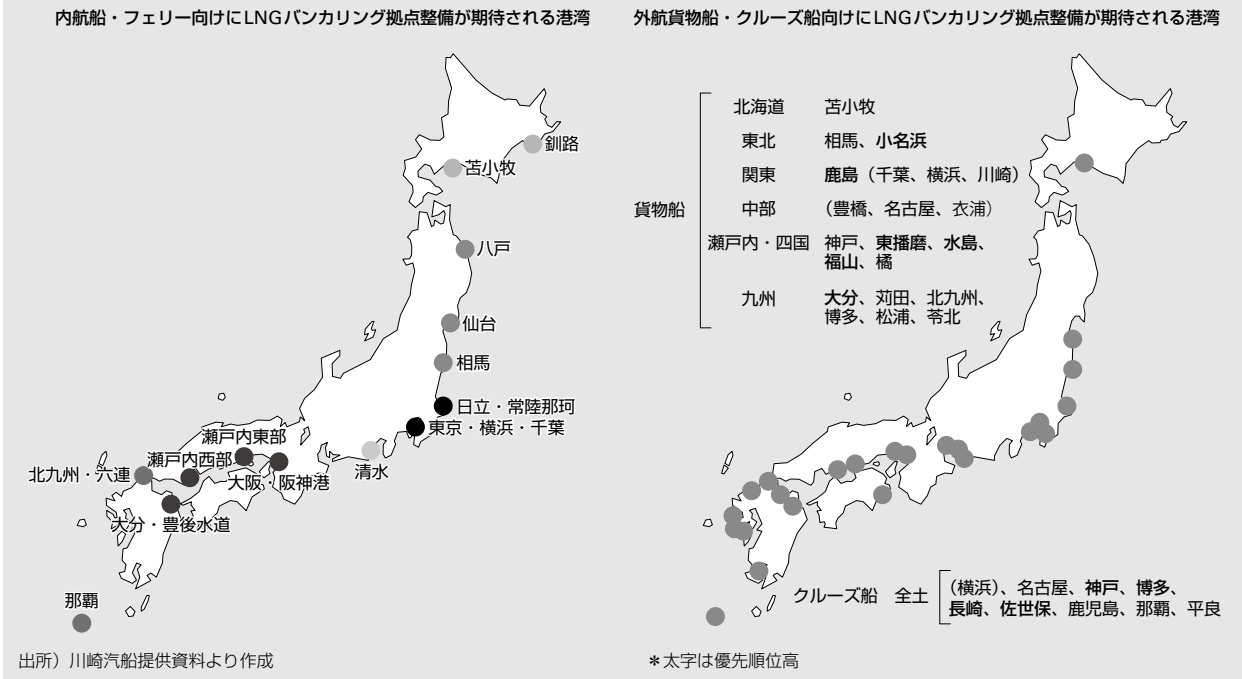
このため、既に燃料消費が多いフェリーや自動車運搬船、石炭運搬船などでLNG燃料船導入の動きも始まっている^{注10}(表4)。一方で、LNG燃料船の初期投資が大きいことや、LNG燃料船はレトロフィットが難しく、船の更新のタイミングでの導入が想定されるため、多くの船社・船主は当面の間、適合油やスクラバーでの対応が主になる見通しである。2025年のEEDI規制強化に向けて23年頃の船舶発注のタイミングでLNG燃料船の増加が期待される。

表4 日本のLNG燃料船

用途	船主もしくは船社	造船メーカー	就航年(予定年)
タグボート(魁)	日本郵船・新日本海洋社	京浜ドック	2015
タグボート(いしん)	商船三井・日本栄船	金川造船	2019
LNGバンカー船	セントラルLNG SHIPPING	川崎重工	2020
自動車運搬船	日本郵船	新来島どつく	2020
自動車運搬船	川崎汽船	今治造船	2020
フェリー	フェリーさんふらわぁ(商船三井)	三菱造船	2022 / 2023
石炭運搬船	九州電力・日本郵船・商船三井	大島造船所・名村造船所	2023

出所) 各社公表資料などより作成

図9 LNGバンカリング拠点整備が期待される港湾



(3) LNGサプライヤーの取り組み

図9は、内航船、外航船向けにLNGバンカリング拠点化が期待される港湾である。前

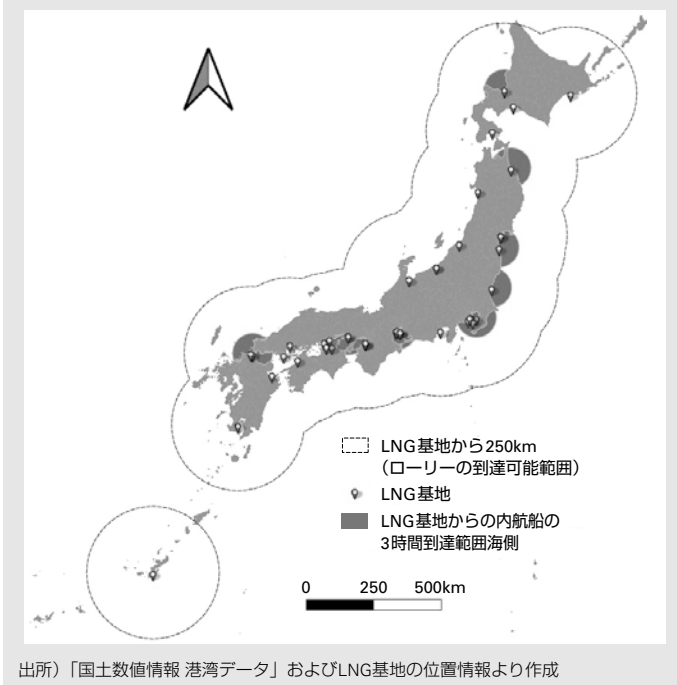
述のように、現在、政府としてLNGバンカリング拠点整備に注力しているのは東京湾、伊勢湾だけであるが、船社から見るとそれ以外にも多くの港湾でのLNGバンカリング拠点化が期待されていることが分かる。

このような状況に対して、LNGサプライヤーの陸上側での設備投資は、他国と比較して相対的に進んでいる。

日本は世界でも有数のLNG輸入国であり、既存のLNG基地も、北は北海道から南は沖縄まで日本全国に整備されている^{注11}。これらのLNG基地のほとんどには既にローリーへの出荷設備が整備されており、また石狩基地、八戸基地、相馬基地、日立基地、袖ヶ浦基地、姫路基地、戸畑基地にはLNGバンカー船にも利用可能なLNG内航タンカー向けの出荷設備も既に整備されている^{注12}。

TTSを想定する場合、ドライバー1人で

図10 LNG基地からのローリーによるLNG輸送可能範囲と主要港湾



供給できる範囲はLNG基地からおおよそ300kmといわれている。既存のLNG基地から250km半径の円で日本のどの程度がカバーできるかを確認したものが図10である。離島部を除いて、LNG基地からローリーによって日本のほぼ全土に到達できることが分かる。すなわち、港湾側で埠頭の耐荷重や安全性のクリアランスが取れれば、日本全国どここの港でもTTSは実施可能であるといえる^{注13}。

また、2020年時点でLNG内航タンカー向けのLNG払出機能を有している石狩、八戸、相馬、日立、袖ヶ浦、川越、姫路、戸畑の各基地から13ノット/h (25km/h) で3時間で到達できる範囲を示したものが図10の海側の灰色部分である。東京湾、伊勢湾、大阪湾、関門海峡の主要部は、おおよそ基地から3時間圏内にあることが見て取れる。

このように、LNG供給側から見ると、

表5 LNGバンカリングに積極的なLNGサプライヤーの取り組み状況

LNG サプライヤー	対象港湾	バンカリングの方法		準備状況	コンタクト先
		実施可能	検討中		
JAPEX	苫小牧	TTS	PTTS、STS、ShoreTS	港湾管理者と調整中	lng_bunkering@japex.co.jp (03-6268-7150)
	室蘭	TTS	PTTS、STS、ShoreTS	港湾管理者と調整中	
	新潟		TTS、ShoreTS	港湾管理者と調整中	
	相馬	TTS ShoreTS	PTTS、STS	港湾管理者と調整中 3500m ³ 船型向け出荷設備は整備済み	
エコバンカー SHIPPING	東京湾	STS		LNGバンカー船建造中	info@ecobunker-shipping.com http://ecobunker-shipping.com
東京ガス	日立、常陸那珂、鹿島、千葉、東京、横浜	TTS ShoreTS		TTS実績あり。供給要望があれば港湾管理者等と調整し出荷可能。日立基地、袖ヶ浦基地にタンクサイズ2500m ³ 船型向けの出荷設備あり	tgbunkering@tokyo-gas.co.jp
静岡ガス	清水		TTS Shore TS	港湾管理者と調整する必要あり 袖師基地の再出荷設備の活用も検討可能	sgkichijyobu@shizuokagas.co.jp (+81-54-284-7985)
セントラルLNG SHIPPING	伊勢湾、三河湾	STS		LNGバンカー船建造中 自動車運搬船等に供給予定	marinefuel@central-lng.com
JERA	伊勢湾	TTS ShoreTS		川越基地にタンクサイズ3500m ³ 船型向けの出荷設備を建設中。10月供用開始 四日市港におけるTTSは、港湾管理者と調整済みであり要望次第で対応可能	Jera.Lngbunkerg@jera.co.jp
東邦ガス	伊勢湾	TTS		TTS実績あり。供給要望があれば港湾管理者等と調整し出荷可能	エネルギー販売計画部 052-872-9212
大阪ガス	大阪・阪神港 瀬戸内海東部	TTS ShoreTS	STS	TTS実績あり。10,000トンクラスの内航フェリーに供給予定。クルーズ船、貨物船、フェリー・RORO船などに関心あり。供給要望があれば港湾管理者等と調整し出荷可能 姫路基地に2500m ³ 船型向け出荷設備あり	資源トレーディング部 090-2285-4964
沖縄電力	那覇・本部		TTS、PTTS、 ShoreTS、 STS	クルーズ船、RORO船への供給に関心あり、吉の浦基地の改造などの調査中。 離島の燃転に伴い内航タンカーがISOコンテナでのLNG輸送を検討しており、その一環でLNGバンカリングも検討中	調達部燃料グループ 098-877-2341
九州電力・ 西部ガス・ 中国電力	瀬戸内海西部、 豊後水道、 九州北部	TTS ShoreTS	STS	TTS実績あり。供給要望があれば港湾管理者等と調整し出荷可能。戸畑基地で2500m ³ タンク船型向けの出荷設備あり。また、戸畑基地で石炭船向けのLNG燃料供給をShoreTSで実施予定。 その他、クルーズ船なども関心あり	九州電力燃料事業部第一グループ (092-726-1504) 西部ガス (092-633-2235) 中国電力 (082-544-2632)
INPEX	直江津、富山伏木、 新潟		STS	需要調査中	03-5572-0283 Spc_lng_bunkering@ml2.inpex.co.jp

注) 内航タンカーへの払出設備を有する基地はShoreTSは可能と記載している。TTS、STS、ShoreTSのいずれも、カップリングの仕様や埠頭・棧橋の耐荷重などで利用可能な対象船型に制約があるため、実際の検討の際にはコンタクト先に問い合わせた上で適合性があるかどうかの確認が必要である
出所) 各社提供情報・公開情報より作成

LNGバンカリングに向けた準備はある程度できているといえる。実際に20年1月時点で、複数のLNG基地事業者（LNGサプライヤー）がLNGバンカリングに関心を示し、準備を始めている（表5）。

IV 日本における LNGバンカリング拠点整備の課題

1 運輸部門・発電部門の 地球温暖化対策や造船業の 競争力維持政策における位置づけ

欧州のLNGバンカリングの推進目的は、IMOのSO_xやNO_x規制の遵守だけでなく、欧州域内の運輸部門からの温室効果ガス（GHG）の排出削減でもある。

発電分野において、エネルギーミックス上、石炭火力を維持せざるを得ないとしても、直近の気候変動枠組条約締約国会議（COP）で会期中に化石賞を二度も授与されている日本が、石炭火力発電のライフサイクルにおいて環境負荷をできるだけ低減することは必要である。石炭火力発電の温暖化対策としては、石炭ガス化複合発電設備（IGCC：Integrated coal Gasification Combined Cycle）の導入、二酸化炭素貯留（CCS：Carbon dioxide Capture and Storage）の併用などが想定されているが、インドネシアやオーストラリアから石炭を輸送してくる石炭運搬船のLNG燃料化も石炭火力発電のライフサイクルにおける二酸化炭素の排出削減対策として有効であろう^{文献7}。

2019年12月25日付プレスリリースで九州電力が、LNG火力発電所用に調達しているLNGを活用して石炭運搬船をLNG燃料船と

して新造する基本協定書を日本郵船と商船三井と締結したと報告している^{注14}。このような動きが、今後、ほかの電力会社にも広がるのが期待される。

2 LNG基地を有する港湾の LNGバンカリング拠点としての ネットワーク化と拠点側からの 情報発信の強化

現時点で、船用燃料の補給は航路の一端で荷役中に行ったり、入港待ちや出港待ちの時間に港湾内の指定水面で行われる。前述のように、既に多くのLNG基地事業者がLNGバンカリングへの取り組みを始めている。しかし今後、船社・船主が安心して新造船をLNG燃料船化するためには、単一のLNG基地事業者が個別に営業活動を行うだけでは十分ではないと考えられる。

LNG燃料船の導入の課題の一つは船価が高いことである。船価が高くなる理由として、LNG燃料用の燃料タンク、LNG燃料タンクからエンジンまでの耐冷パイプの価格が高いことが挙げられる。また、重油などと比較してエネルギー密度の低いLNGは、タンクサイズが重油のときより大きくなる傾向がある。このため、大きくなったタンクのために荷物の積載スペースが削られたり、積載スペースを維持するために船型の拡大が必要になる。これらのことによってLNG燃料船の船価が高くなる。

LNG燃料タンクの大きさは、想定航路の燃料消費量に燃料補給のタイミングを考慮し、さらに、気象や事故などで予定の燃料補給ができない場合の安全率を考慮して決められる。複数のLNGサプライヤーが協力して

船社や船主にLNG燃料供給を提案することによって、安全率の低減や航路両端での燃料補給^{注15}によるLNGタンクサイズの小型化が可能になる。実際に、欧州のみでLNGを補給するCMA/CGMの2万3000TEUコンテナ船のLNG燃料タンクは1万8600m³であるが、欧州とシンガポールの2カ所で補給するHapag Lloydの1万5000TEUのコンテナ船のLNG燃料タンクは6500m³と小さくなっている。このことによって船価の低減とLNG燃料化の経済性の改善が期待できる。

このためにはLNGバンカリング拠点のネットワーク化が、船用燃料としてのLNGの普及促進に不可欠であると考えられるが、LNGサプライヤーにおいてもネットワーク化の必要性は一般論として既に理解されている^{注16}。中長期的に、港湾管理者とLNGサプライヤーが連携して、LNGバンカリング拠点として東京湾・伊勢湾以外の港湾もネットワーク化し、北米、東南アジア、中国、韓国、ロシア、台湾から来た船舶に対しても日本のどこでもLNGを供給できるような状況が生まれることが期待される。

特に、欧米やシンガポールで船用燃料としてLNGを供給するのはTotalやShellなど、従来からの燃料油のサプライ大手であるが、日本は個々のLNG基地事業者がLNGを供給することになり、狭い国の割に供給者が多数に上る。このため、各社が協調して日本全国で船用LNG燃料が供給可能であることを、世界に発信していく必要がある^{注17}。

3 タッチバンカーの実現

現在、喜入、千葉のみで行われているタッチバンカー、すなわち荷積み・荷下ろしを行

わず燃料補給だけを目的に寄港することを、LNG基地のある港湾で実施できるようにすることも期待される。LNG価格にもよるが、このことにより現在、釜山で燃料補給をしている西日本に寄港する貨物船の燃料補給需要を、国内のLNGで満たすことが可能になる。特に、北九州に寄港している貨物船が長崎や鹿児島、沖縄で燃料補給できると、釜山に寄港するより航行距離をショートカットでき、日本と東南アジアを結ぶ航路の海運分野の温暖化対策にも貢献すると考えられる。

V さらなるLNGバンカリング 拠点整備が期待される日本

本稿で紹介したように、IMOの海洋環境規制強化を契機に各国は船用燃料としてのLNGの利活用促進に邁進している。日本は世界でも有数のLNG受入基地数を誇り、またLNG輸送用のローリーも相当数保有し、ローリー向けのLNGの出荷設備や2500m³や3500m³程度のタンクを備えた内航LNGタンカー向けの出荷設備も複数の基地で整備済みである。このようにLNG供給側のインフラは他国に比べて恵まれた状況である。にもかかわらず、船用LNG燃料の利活用促進に向けた取り組みは他国と比較して十分とはいえない。シンガポールのLNG受け入れターミナルの拡張を見ていると、早晩、日本の優位性は失われるのではないかとの危機感すら覚える。

日本は海に囲まれた国である。周辺国と協調してLNGバンカリング拠点を整備することは、LNG燃料船のタンクの最適化など新造船の船価の低減につながり、海洋環境や地

球温暖化の緩和への貢献だけでなく、海運コストの抑制や輸入品の価格の上昇抑制などにもつながる。無節操な補助金漬けは避けるべきであろうが、関係者一同のより積極的な連携と協力を通じた、今以上に積極的なLNGバンカリング拠点整備が望まれる。

注

- 1 このほかにも有害な水生生物および病原体の移動を抑止するための船舶のバラスト水および沈殿物の規制および管理のための国際条約（バラスト水管理条約）などの規制も存在する^{文献8}が、今回はLNGバンカリングに関係する海洋環境規制のみを対象としている
- 2 船舶の航行や事故による海洋汚染を防止することを目的として、規制物質の投棄・排出の禁止、通報義務、その手続きなどについて規定するための国際条約であり、正式名称はInternational Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto である
- 3 スクラバーをつけることで排気の二酸化硫黄濃度を下げることにより硫黄分3.5%の燃料油の使用は可能である
- 4 2020年1月1日からEEDIフェーズ2として燃費基準-20%、2025年からフェーズ3として燃費基準-30%が導入される
- 5 Taiwan's Ministry of Transport and Communication (MOTC) はこれら7つの国際商業港を指定しているが、麥寮、和平の2港でも12哩以内で同様の措置を取っている (<http://www.gard.no/web/updates/content/26544954/sulphur-cap-ahead>)
- 6 レトロフィット（改修・改造）によるLNG燃料船化は技術的に不可能ではないが、経済的な問題で現実的ではないといわれてきている。ただし、一部の適合油とLNGの両方を利用できるデュアルフューエルエンジン（二元燃料）を搭載し、LNG燃料タンクスペースをあらかじめ設けているLNG Ready船と呼ばれる大型コンテナ船でレトロフィットが始まっている（Hapag Lloyd

のSajir号）。また、スペインのフェリー会社であるBalearia フェリーは6隻の既存フェリーをレトロフィットしてLNG燃料船化することを公表している

- 7 2020年1月29日 日本経済新聞電子版
- 8 2019年に国土交通省から内航海運事業における燃料サーチャージ等ガイドラインが公表されている (<http://www.mlit.go.jp/common/001312217.pdf>)
- 9 2019年8月20日 北海道新聞朝刊全道（経済）9ページ
- 10 このほかにもチップ船のLNG燃料化についてサノヤス造船が日本海事協会から概念設計承認を取得している (<http://www.sanoyas.co.jp/news/2019/0515.pdf>)
- 11 本節は資源エネルギー庁の調査結果^{文献9}、およびその後の事業者との情報交換のうち公表が認められた情報に基づいている
- 12 2020年度中には、川越基地にもLNGバンカー船向けの出荷設備が整備される予定である。このほか、堺基地、直江津基地など、LNGバンカー船向けの出荷設備を追設できる基地もある。さらに、新たにLNGバンカー船向けの出荷設備の追設の技術検討を行っている事業者も存在する
- 13 STSの場合、港湾管理者だけでなく港長（海上保安庁）の許可も必要になるが、TTSの場合、安全規制の観点から地域経済産業局や地域運輸局の許可を取れば、港湾管理者のみの判断で実施可能である
- 14 九州電力プレスリリース
http://www.kyuden.co.jp/press_h191225-1 (2020年1月7日閲覧)
- 15 船社の立場から見ると、船員の負荷削減などの理由により、できるだけ補給回数を減らしたい、できるだけ荷役中に（できない場合でも航路上で）補給を行い、わざわざLNG補給のための寄港を避けたいとのことである
- 16 個別案件については、当然、事業上の課題があるため個別にLNGサプライヤー間で交渉する必要がある。ただし、航空業界でも一般的になりつつある共同運航と料金収入のプール化という

モデルは、船用LNG燃料の共同供給にも応用できると考えられる。複数のLNGサプライヤーが共同で船社と契約し、収入の一定割合を固定費として双方に配分し、残りについては供給量に応じて配分するなどの2部配分方式が想定される

- 17 既に、2020年1月末に開催されたLNG bunkering summitにおいて、国土交通省港湾局港湾経済課が日本を代表して、LNGバンカリングの準備状況について世界の関係者に向けて情報発信している。国交省のプレゼンテーションには、港湾関係の取り組みだけでなく、LNGサプライヤーの準備状況や意欲についても情報が含まれており、官民連携して日本のLNGバンカリングについてのポテンシャルをアピールする活動が始まっている

参考文献

- 1 Huatai Insurance Agency & Consultant Service Ltd. (2019) "Guidance on "Implementation Scheme of 2020 Global Marine Fuel Oil Sulphur Cap" announced by China MSA on 23 October 2019."
- 2 田村康昌「天然ガス・LNG最新動向——天然ガスシフトと日本のガスセキュリティ」独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、2019年
- 3 日本政策投資銀行産業調査部「海洋環境規制強化を巡る船舶燃料市場の現状と展望——IMOによる環境規制の段階的強化と海事クラスターの対応」、2018年
- 4 一般財団法人運輸総合研究所「船舶の代替燃料としてのLNGの可能性に関する調査研究」報告書、2019年
- 5 白川裕「新たなLNG需要：船舶燃料としてのLNG」独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構、石油・天然ガス資源情報、2019年
https://oilgas-info.jogmec.go.jp/info_reports/1007679/1007820.html
- 6 Meidan, Michal (2019) "China and IMO2020," Technical Report December 2019, pp. 1-25.
- 7 「国土交通省港湾経済政策最前線わが国港湾の機能高度化による国際競争力の強化：LNGバンカリング拠点の形成に向けた取り組み」『時評』第60巻第8号、時評社、2018年
- 8 森本清二郎「外航海運における競争環境と環境規制」『Nextcom=ネクストコム：情報通信の現在と未来を展望する』第39巻P.25～33、KDDI総合研究所、2019年
- 9 野村総合研究所「LNGバンカリング等に関する調査・分析：平成29年度天然ガスの高度利用に係る事業環境等の調査」経済産業省、2018年

著者

植村哲士（うえむらてつじ）

野村総合研究所（NRI）グローバルインフラコンサルティング部上級研究員

専門は、人口減少時代のインフラ整備や公共財の管理、インフラの海外輸出、インド・インドネシア・ロシア・イランなどの新興国・資源国における地域開発・事業戦略など

PhD. (Geography)、日本証券アナリスト協会検定会員(CMA)、Project Management Professional(PMP)、Certified Business Analysis Professional (CBAP)、Certified Asset Management Assessor (CAMA)、日本地理学会認定専門地域調査士

石井伸一（いしいしんいち）

野村総合研究所（NRI）グローバルインフラコンサルティング部上席コンサルタント

専門は国際交通経済、交通インフラ経営、グローバルサプライチェーン。中小企業のインフラ輸出など博士（工学）、北海道大学客員教授（グローバル経営戦略）、北陸先端科学技術大学院大学客員教授（国際標準戦略論）、UN/CEFACT Transport & Logistics Domain専門委員、ISO/TC122/WG12 (Supply chain application soft logistics technology) 議長、ISO/TC104 (Freight Container) 専門委員、ISO/TC204 (Intelligent Transport System) /WG7 (Commercial Fleet management) 専門委員、SMDG (Global User's Group for Shipping Lines and Container Terminals) 専門委員