

解説



船舶からの CO₂ 排出に関する内外の動向

正員 華山 伸一*1
正員 吉田 公一*2
正員 村山 雅己*3

1. 船舶からの温室効果ガス (CO₂) 排出の特殊性

「地球温暖化」、「温室効果ガス」という言葉は全国民が知っている時代です。CO₂ に代表される同ガスの排出削減のための方策、技術、民間の取り組みが、新聞で紹介されない日はないと言えるのではないのでしょうか。ところが、「船舶からの温室効果ガス削減」については、積極的な話題にならないように思えます。もちろん、個別のテーマでは、改善や政策が顕著な部分もありますが、陸上での動きに比べると大きなうねりになっていない、と言えるのではないのでしょうか。本稿では、その理由あるいは特殊性について考えてみたいと思います。

2. 船舶からの温室効果ガス (CO₂) 排出には、明確な削減目標がない？

我が国日本の温室効果ガスの削減目標は、京都議定書に定められているように「総排出量を 2008 年から 2012 年の第 1 約束期間に基準年から 6% 削減すること」です。平成 17 年 6 月 17 日に公布された改正「地球温暖化対策推進法」および平成 18 年 4 月 28 日に閣議決定された「京都議定書目標達成計画」において、「京都議定書の約束達成のため、必要な取組を推進する」と、明確に示されています。

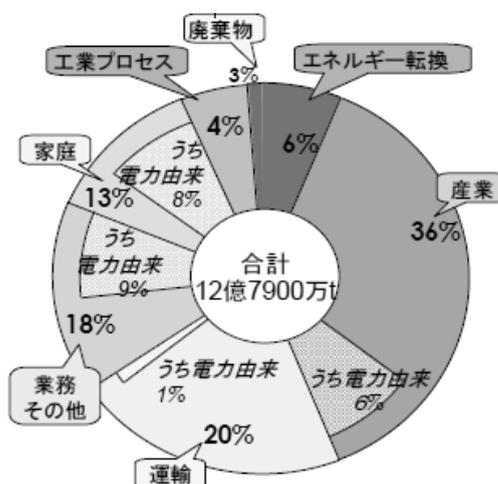
具体的な取り組みとして、産業界だけでなくクールビズ・ウォームビズなど国民運動の推進、地方自治体・企業レベルでの削減目標と行動計画の作成、海外における京都メカニズムを用いた有形無形の排出削減プログラム、市民レベルのチームマイナス運動や打ち水運動などなど、枚挙に暇がありません。

では、船舶からの温室効果ガス排出 (CO₂ 排出) に

ついては、我々は一体何を課されており、何を目標に行動するべきなのでしょう？

まず、我が国の CO₂ 排出量の占める船舶からの排出を見ておきましょう。図 1 のグラフは、環境省の「温室効果ガス排出量報告書」から抜き出したもので、約 13 億トンの全 CO₂ 排出量のうち、およそ 20% (19.89%) が運輸部門で占められていることがわかります。このうち、船舶からの排出は 12.9 百万トン、総排出量に対して約 1% と同報告書内で計算されています。もちろん、廃棄物処理や家庭からの発生と同様に、1% 程度の船舶からの排出も相応の削減分を原則として負担するべきでしょう。

さて、本計算試算において外航船は既に仲間はずれになっています。「船舶部門」には、内航船舶 (旅客、貨物) のみが含まれており、外航船からの排出量は含まれておりません。外航船からの排出 17.9 百万トン CO₂ は、参考数値として別途記載されており、日本国としての総量である約 13 億トンには加算されていないのです。計算方法は国際的に定められたガイドラインに基づきますが、「バンカーオイルの消費による排出」は、運輸部門および国内発



*1 海洋政策研究財団
*2 海上技術安全研究所
*3 製品安全評価センター

(<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/index.html>)

表1 「京都議定書目標達成計画」に記載された産業セクターごとの削減計画の抜粋

	対象セクター	6%削減の枠内	京都議定書目標達成計画で公表されている削減目標の例
部門全体の目標	CO ₂ 総排出量 (エネルギー起源のCO ₂ 発生量)	○	総量 0.76%増加 (1047×百万トンから、1056×百万トンへ微増) 温室効果ガスの吸収および京都メカニズムによって、6%削減を達成。
	陸上産業部門	○	8.6%削減 産業・エネルギー転換部門においては、1997年に日本経済団体連合会が率先して環境自主行動計画を策定し、2010年度の二酸化炭素排出量を1990年度比±0%以下に抑制することを目標としている。
	運輸部門全体	○	15.1%増加 運輸部門における二酸化炭素排出量は1990年度比で約2割増大しているが、近年事業としての運輸部門からの排出量は低下傾向にあり、これを一層着実なものとするため荷主と物流事業者との協働による二酸化炭素排出抑制の推進等の輸送のグリーン化を推進する。
セクターの目標	輸送部門 (車)	○	トップランナー基準によるエネルギー消費原単位を車種ごとに細かく設定する。
	輸送部門 (鉄道)	○	エネルギー消費原単位で約7%改善
	輸送部門 (飛行機)	○	エネルギー消費原単位で約15%改善
	内航船	○	エネルギー消費原単位の数値目標無し。 モーダルシフトの受け皿。
	外航船	×	記載無し

京都議定書第2条

1. 附属書Iの締約国は、第3条に規定する数量的な排出抑制及び削減の約束の履行に当たり、持続可能な開発を促進するために、次のことを行う。(以下略)
2. 附属書Iの締約国は、国際民間航空機関及び国際海事機関を通じて作業を行い、それぞれ、航空機燃料及びバンカー油から排出される温室効果ガス(モントリオール議定書によって規制されているものを除く。)の抑制又は削減を検討しなければならない。

ここで附属書Iの締約国とは、気候変動に関する国際連合枠組条約の附属書Iに掲げる締約国又は条約第4条2(g)の規定に従って通報した締約国をいう。

生量から除外することと記されています。

それでは、対策の方はどうなっているのでしょうか。「京都議定書目標達成計画」における対策を表1に整理しました。CO₂ 総排出量は0.76%の微増が見込まれており、「6%削減」達成のため、他の地球温暖化ガスの削減、植林などCO₂の吸収による削減およびCDMと呼ばれる国家間のCO₂削減プログラムの実施などによる排出クレジットの確保という搦め手を以てなすという、かなり、危うい形になっています。CO₂排出量がこの程度しか削減できない最大の理由は、運輸部門の増加(15.1%)です。削減に努力しても15.1%も増加することが見込まれる、つまり、それだけ国内輸送量そのものが増加すると環境省自身が予測しているわけです。

部門別のCO₂排出量目標のために、各セクターに個別の具体的な目標が課されています。なお本表では、モーダルシフトや生活パターンの改善のよう

な横断的なものは除き、機器として燃費向上などにより達成できるエネルギー消費原単位の目標値を示してあります。ここで、エネルギー消費原単位とは、荷物の輸送トンキロ当たり、旅客の輸送人キロ当たり、あるいは定格の積載搭載量×輸送距離当たりの燃料消費量(=CO₂排出量)を指します。自動車、電車、飛行機に数値目標が設定されているのに、内航船についてはエネルギー消費原単位の向上は、明記されていません。

このように、陸上でのCO₂排出の目標が、各分野で詳細にブレークダウンされているのに対して、内航船では具体的な数値目標は設定されていません。また、外航船にいたっては、6%削減の枠組みにそもそも入っておらず、総量としてカウントされていません。それでは、外航・内航と、順番にその特殊性や過去の議論の流れについて、見てみましょう。

3. 外航船からのCO₂について

3.1 なぜ外航船からのCO₂は仲間はずれなのか
なぜ、外航船からのCO₂排出は、日本の6%削減の範囲外なのでしょう。このセクターで消費される燃料は、我が国の国内法で管理されるものではないためです。もっと具体的に言えば、外航船に供給される燃料は課税対象になっていないため、とも言えます。

さらに、海運業の複雑な契約形態から、管理が困難です。船主、運航会社、荷主が、それぞれ異なる国に所属しており、かつ荷積み地、荷揚げ地の国と異なることも珍しくないことは、便宜置籍船の例を出すまでもなくご存知のとおりです。また、コンテナ船は、燃料代の安い香港やシンガポールで、日本から北米航路分の燃料も含めて、全行程分の燃料を補給している可能性があります。こういった場合、日本国が日本から北米航路分のみ燃料使用量を外部から把握することは非常に困難です。この点、自重が燃費に大きく響くため、せいぜい片道分+αの燃料しか搭載しない国際航空機と様相が異なります。

このような、複雑な形態下において、どの国のCO₂発生量（燃料消費量）とみなすか、という解釈を、割り当て（allocation）と言います。京都議定書を定めた気候変動枠組み条約の締約国会議（COPと呼ばれます）においても、割り当て方法について多くの議論がありましたが、旗国ベースとするのか、補給した港が属する国ベースとするのか、荷物の積み出し港ベースにするのか、揚げ荷港ベースにするのか、決着がつきませんでした。

これに対して、日本国内の貨物を海上輸送する内航船の場合を考えてみましょう。補給される燃料は課税対象であり、その総量は経産省にも財務省にもしっかりと把握されており、このような状況は他国でもほぼ同じであり、外航船向けの燃料積み出し量を正確に把握していない国すらあります。

このようなことから、国際的に共通に内航船は6%削減の対象範囲、外航船は対象範囲外として扱われることになりました。この扱い方については京都議定書の中に示されており、世界中で共通です。その代わりに、外航船からのCO₂排出の削減の検討は、ユネスコなどと同じ国連の下部機関である国際海事機関（IMO）において検討することが定められました。

3.2 国際海事機関（IMO）におけるCO₂削減の議論

前項での京都議定書の指示に従い、外航船からのCO₂削減についての検討は、国際海事機関（IMO）において1998年から行われており、総論として削減を目指す旨の総会決議などがまとめられてきましたが、議論が手詰まりとなり、具体的な削減目標の設定やそれに至る方策は全く見えてこない状況です。

その最大の理由は、上記の条文を根拠にして、インド、サウジアラビア、中国など、京都議定書においてCO₂削減の義務がない発展途上国が、反対しているためです。彼らは、「陸上の排出量について削減の義務がある付属書I国に含まれない我が国が、なぜ外航船からの排出について先進国に協力しなければいけないのか？」と主張しています。この条項には、「削減義務のある先進国である付属書I国が検討する」と、検討主体が主語として明記されているのです。現在の京都議定書の枠組みの中で、彼らの協力は今後も期待できないでしょう。

このため、現時点では外航船からのCO₂削減については、世界の総量としての削減目標も、各国の削減目標のいずれの設定にも、IMOは失敗しています。ちなみに、当財団の調査によれば、外航船全体のCO₂排出量は世界全体のおよそ5%程度であり、フランス国の陸上排出量に相当することになっています。特に、至近10年でみると、コンテナ船による製品の海上輸送量が大幅に増加しており、それに伴ってCO₂排出量も年間3%程度の割合で増加しています。

つまり、船舶輸送総量の伸びに伴いCO₂排出総量も毎年急激に増加しているのに、IMOは何の方策も打ち出せていないのです。このため、EUは域内において独自の方策を将来的に取る可能性があることを表明しています。

3.3 外航船の燃料を節約しても誰も褒めてくれない

このように、現在の枠組みにおいては、外航船からのCO₂は、国内的にも国際的にも削減する義務はありません。しかし、船主・運航業者は燃料を節約していない訳ではありません。燃料代は運賃の大きな割合を占めているため、あるいは他の業者との競争力確保のため、彼らは燃料を節約するための努力を続けています。しかし、船舶というシステムのCO₂削減は、工学的に限界に来ています。

先ほど航空機の削減目標の例を示しました。15%

という削減目標は、新しい航空機に買い換えるだけで、ほぼ達成できると計画されています。つまり、新型のエアバスやボーイングの機体は、古い機体に比較して10%以上の燃費改善が見込まれると予想されていることとなります。一方、船舶では数%程度の改善がせいぜいであると言えます。「ぞうきんを絞りきってしまい、からからの状態にある」のが、今の大型貨物船の省エネ状況であると言えます。

更に悪いことに、IMOにおいてはNO_x、SO_x、PMなどの排ガス規制値の見直し作業が始まっています。バラスト水交換・処理作業など従来必要がなかったオペレーションが将来的に必要なになっていきます。つまり、新型に買い換えると、燃費は悪化し、トンキロ当たりのCO₂排出量は増加するといった状況すらありえます。

このような状況下においても、個別には、船側の燃料消費の努力は残されています。しかし、先ほど示したように誰も褒めてくれません。削減目標がない以上、努力をしても、国、あるいは荷主さんは褒めてくれません。

たとえば、運航速度を少し落とすことで、燃料を大幅に節約することができますが、荷主はオンタイムで荷物を運搬することを優先してしまいます。また、燃料が節約できるような船価の高い船舶を購入することも、なかなか許してくれません。このため、幾つかの有効な技術あるいは方策があるにも関わらず、それらを採用する会社は、非常に限られた状態にあるといえます。

むしろ、そのような努力を客観的に評価するための指標すら整備されていない状況です。これについては、国際海事機関においてCO₂ emission indexという、エネルギー消費原探単位を算定するためのガイドラインが作成され、更にそれをブラッシュアップするためにISO規格にするための作業は日本やノルウェーを中心に進められています。

3.4 ではどうすればいいのか？

発展途上国など他国に事業を展開する日本の会社には、同じジレンマがあります。CO₂削減の義務のない発展途上国において、大規模な最新の省エネ工場を建設するために大規模な投資を行った。しかし、日本国あるいはUNFCCCは褒めてくれません。日本の6%削減目標の対象範囲外だからです。

実はこれに対応するため、京都議定書にはCDM (Clean Development Mechanism) という仕組みが用意されています。環境省のHPによれば、「先進国と途上国が共同で温室効果ガス削減プロジェクト

トを途上国において実施し、そこで生じた削減分の一部を先進国がクレジットとして得て、自国の削減に充当できる仕組み。」としています。たとえば、フィリピンの工場で隣にあるゴミ捨て場から発生したメタンガス(温室効果ガスの一つとして定められています)を有効利用するプラントを建設したとします。その際、メタンの排出削減量を、フィリピン国および国際認定機関が認めたならば、日本からの6%削減枠としてカウントしてあげましょう、というものです。最近、新聞などをにぎわしている海外でのゴミ焼却場や植林事業は、この仕組みによる排出量削減の確保を狙っています。

現状では、京都メカニズムは発展途上「国」にしか適用されません。つまり、外航船はこのメカニズムにおいては、対象範囲外なのです。では、このルールを改正してはどうでしょうか？

荷主は日本国内にあるメーカーとしましょう。中国の支配下コンテナ船を使用するとします。運航速度の減少などの方策を行い、荷物を運んだ際のCO₂量を削減したとします。その削減量を、もし日本国の排出クレジットとしてカウントしてもらえれば、たとえ同じ運賃であっても喜ぶ荷主は多いはずです。また、中国の船もこれまでと同じ運賃をもらえるのですから、利益が出ます。この仕組みであれば、いわゆるWin-Winの関係になるのではないのでしょうか。もちろん、陸上と同じくきちんと削減されたのか、認定する仕組みが必要です。そのために、国際海事機関のもとに外航船舶のための専用認定機関を設立すればよいと考えます。

上記のような提案は、まだアイデアレベルですが、京都議定書あるいはそこに定められた京都メカニズムの改正といった抜本的な枠組みの変化がない限り、外航船からのCO₂排出については、国レベルあるいは、IMOレベルでの削減の実施は難しいと考えています。

4. 内航船からのCO₂について

4.1 内航船舶からのCO₂は増え続け、効率は悪くなり続ける？

内航海運からのCO₂排出量は、日本全体の排出量に占める割合は約1%、運輸部門全体に占める割合は約5%前後で推移していますが、実は微増傾向にあります。また将来的には高い増加率が予想されます。

一つには、モーダルシフトによる船側の輸送総量が増加することがあげられます。二番目には、内航

表3 改正省エネ法における輸送

	対象となる事業者区分	主な提出データ	備考（外航船の扱い）
特定輸送事業者	総船腹量が2万総トン以上平成18年4月より特定輸送事業者の指定を行い、平成19年4月より、平成18年度のデータを提出	エネルギー消費原単位を事業者ごとに中長期的に見て、「年平均1%以上低減させること」を目標。 1. 省エネ計画の策定。 2. エネルギー起源CO ₂ 排出量、輸送トンキロなどの報告提出	報告内容について不備あるいは原単位の改善が見られない場合は勧告・事業者名の公表などが可能。内航船のみ。
特定荷主	前年実績が年間3万トンキロ以上（海運以外を含む総量）。平成18年4月より実績のカウントを開始。平成19年4月より、前年度データに基づき、特定荷主の判断を自ら行い事業者として登録するとともに、データを提出。	エネルギー消費原単位を、荷主ごとに中長期的にみて年平均1パーセント以上低減させることを目標。（海運単独での目標設定はない） 1. 省エネ計画の策定。 2. エネルギー起源CO ₂ 排出量、輸送トンキロなどの報告提出	報告内容について不備あるいは原単位の改善が見られない場合は勧告・事業者名の公表などが可能。 原則、内貿のみであるが、2006年3月末のパブコメへの回答では「国際物流（輸出入）及び海外での物流について」も「荷主のさらに幅広い取組を促すため、努力目標として示す」とされており、算定範囲に含まれる見込み。

パブコメの結果は下記。<http://www.meti.go.jp/feedback/data/i60331aj.html>

海運全体の、エネルギー消費原単位(kg/トンキロ)が悪化していることがあげられます。

内航海運全体のエネルギー消費原単位は、1999年/1990年比で約8%の悪化をしており、その後も改善の傾向がみられません。この理由として、モーダルシフト貨物が在来貨物と比較して高速で運航されるRORO船やフェリーで輸送されることと、在来貨物船についても平均運航速力の上昇に伴い効率が悪化していることなどが、考えられています。モーダルシフトが進むと、内航船舶側のCO₂総量、エネルギー消費原単位とも悪くなるのです。

将来さらに積極的モーダルシフトが進めば、エネルギー消費原単位は、更に悪化することが予想されます。そのこともあるのでしょうか、国の施策においても当初内航海運についても「輸送エネルギー効率を約3%向上」という数値目標を掲げていたのですが、現在はなくなっています。ただし、環境省の6%削減達成における試算では、モーダルシフトにおける原単位は現状の内航海運全平均値を用い、かつ将来も変化しないという前提に基づいています。

モーダルシフトは、国全体のCO₂排出量を下げするために有効な施策であることには事実です。ただし、その副次的な効果を充分認識する必要があります。地球温暖化防止の観点からだけではなく、道路の混雑緩和や労働力不足への対応の観点からも、環境負荷が低く輸送能力の高い内航海運へのモーダルシフトに対する社会的期待は大きいと考えます。その一方で、エネルギー消費原単位の悪化や港湾域付

近のNO_x、SO_xの排出量の増加など、マイナスの効果もあり、その点は海運に携わる我々が、主体者としてしっかり位置づける必要があるでしょう。

また、別に見方をすれば、モーダルシフトの副次的な効果に隠れて、従来の内航海運のエネルギー消費原単位が悪化することは、抑えなければいけません(実際にそのような傾向が見られます)。たとえば、スーパーエコシップ、電気推進船などの導入および停泊時の陸電導入なども内航輸送システム全体のエネルギー消費原単位の改善につながると考えられます。

4.2 改正省エネ法で報告の義務が生じた内航海運

平成18年4月に改正「エネルギーの使用の合理化に関する法律(以下、改正省エネ法)」が公布され、海運業に対する義務が大きく変化しました。従来は、工場、ビル、事業所、自動車など製品を対象にして、トップランナー基準などを定めていたのですが、今回の改正で「輸送に係る措置」が大幅に追加されています。その概要を表3に示します。特定輸送事業者と特定荷主の両者に対して計画および報告を義務付けていることが特徴です。つまり、荷物を運ぶ側、荷物を運んでもらう側の両方に対して、ある荷物がどのくらいのエネルギー消費原単位(g-CO₂/トンキロ)を把握しなさい。その上で、削減を目標とした計画を作成しなさいというものです。しかも、特定輸送事業者は内航海運のみを対象にしておりますが、特定荷主については、努力目標とは言え、外

航海運についても対象にしているところは、特記に値します。今後は、運航データおよびそれに伴うエネルギー消費を毎年収集するためのマニュアル作成や仕組みが必要になると考えます。

似たような仕組みは欧州においては既に実施されており、こちらではPRTR制度にCO₂排出量を組み込むという形で、実施されています。更に民間ベースで言えば、ISO14000に新しいシリーズとしてISO14064が2006年4月に追加されました。この規格は、「事業活動を通じて発生する温室効果ガス算定及び報告の信頼性、一貫性及び透明性」を担保するための規格とされており、ここでも海運を含めた輸送セクションからの排出量算定が必要になっています。

突然のように現れたこれらの法律や規格は、ともすれば管理が難しい輸送部門からのCO₂排出を対象にしています。日本国の排出量の構造で説明したように、陸上を含めた輸送部門の排出が大きな伸びを示していることから、その管理の必要性が相対的に高まってきた結果であるともいえます。

これまで、海運の分野では、エネルギー源単位あるいは燃料費は、運賃のバックデータとして広報し

ない傾向にありましたが、今回の改正によって正確な数値を報告しなければいけなくなっています。特にモーダルシフトなど大幅な原単位の向上が見込める方策を用いず、海運単独で表中にあるように年平均1%以上の数値改善を図るためには、燃料消費量・輸送トンキロの両方の把握と管理を厳密に行わなければいけません。これらを把握管理するために、ここでもツールあるいは共通の算定方法の開発が必要になってきます。

5. まとめ

以上、船舶から排出されるCO₂について、考えてきました。プラントとしての船舶は、現時点でも熱効率がよく、省エネの先端にいると考えられます。しかし、これからの時代はその先端性を、客観性のある数値で、荷主、国民、国などに対して説明することが求められます。実運用上の様々なデータを「説明する」「レポートをする」という行為は、造船・海運ともに今後重視しなければいけない作業であり行為であるといえます。それこそが、海運の持続可能な発展につながると考えています。



華山 伸一 (はなやましんいち)
海洋政策研究財団
主任研究員
船舶からの排出される有害物質のリスク評価
s-hanayama@sof.or.jp



吉田 公一 (よしだこういち)
(独)海上技術安全研究所
国際連携センター長
船舶工学(構造)、火災安全工学、大気汚染(地球温暖化を含む)、救命設備
koichiy@nmri.go.jp



村山 雅己 (むらやままさき)
(社)日本船舶品質管理協会製品安全評価センター
(船舶機装品研究所)
技術管理室長・主任研究員
機能システム、温熱整理
murayama@rime.jp