

13 GHG削減船の実現に向けた検討

平田 宏一*

Feasibility Study on Reduction of GHG Emissions from Ship

by

HIRATA Koichi

Abstract

In 2018, the International Maritime Organization (IMO) set the following GHG reduction targets. The goal by 2030 is to improve the operational efficiency of ships by 40% compared with that in 2008. By 2050, the goal is to reduce the total CO₂ emissions from international shipping by at least 50% compared with the levels in 2008. The long-term goal is zero GHG emissions from ships within this century. Meanwhile, in domestic shipping, the short-term goal is to reduce CO₂ emissions by 1.57 million tons by 2030, compared with emissions in 2013. Efforts are being made towards carbon neutralization all over the world. To achieve these goals, zero-emission ships need to be in operation by around 2030. Thus, various energy-saving technologies and technologies for using alternative fuels are being investigated and developed.

In this report, we mainly focus on domestic shipping, discuss the application of various CO₂ reduction technologies, and examine the use of alternative fuels and the form of power systems. We estimate that a CO₂ reduction of about 20% may be possible by implementing various existing CO₂ reduction technologies to ships. We also found that a hydrogen co-firing diesel engine ship and a hybrid electric propulsion ship combined with hydrogen fuel cells are promising short-term measures using carbon-free fuel.

* 環境・動力系（GHG削減プロジェクトチーム）

原稿受付 令和3年5月31日

審査日 令和3年6月11日

1. はじめに

2018年に国際海事機関(International Maritime Organization, IMO)で採択されたGHG削減戦略では、2030年までに国際海運全体の燃費効率を40%以上改善、そして2050年までに国際海運全体のGHG排出量を50%以上削減(いずれも2008年比)、さらに今世紀中のできる限り早い時期に国際海運からのGHG排出をゼロとするといった目標を掲げている。一方、内航海運においては、2016年5月に閣議決定された地球温暖化対策計画によって2030年度までにCO₂排出量を157万トン削減すること(2013年度比)を目標に掲げている。さらに、最近では、国内外でカーボンニュートラル化の動きが活発に議論されている。

これらの目標を達成するためには、2030年頃までには従来船と比べてGHGを80~90%以上削減する船舶の投入を開始する必要がある¹⁾。そのため、各種省エネ技術の開発・普及が活発に進められるとともに、代替燃料の利用技術について活発に議論されている。

本稿では、主に内航船に着目し、各種CO₂削減技術の適用について検討するとともに、代替燃料を利用する動力システムの適用性について検討する。

2. 内航船のGHG排出と課題

2.1 内航船のGHG排出

日本船主協会や日本内航海運組合総連合会からは、内航船の船種別船腹構成やCO₂排出量を集計している^{2),3)}。図-1は、これらの集計データから、船種毎の総CO₂排出量を概算した結果である。これより、隻数が多い貨物船(平均総トン数約600GT、約3500隻)や大型船が多いフェリー(平均総トン約3000GT)の総CO₂排出量が大きく、これらの船種のCO₂削減対策が内航海運全体の総排出量低減に有効であることがわかる。

図-2は、約5,000GTのセメント運搬船の運航データを整理し、それぞれの運航モードにおけるCO₂排出量(燃料消費量)をまとめた結果である。運航中のCO₂排出量の割合は75%程度、停泊時及び荷役時のCO₂排出量の割合は10%程度である。すなわち、運航時ばかりでなく、停泊時や荷役時の省エネ技術も有効であると考えられる。

2.2 GHG削減船の検討例

上述のとおり、船舶分野においては、今までも様々なCO₂削減技術の開発・普及が活発に進められてきた。GHG削減目標を達成するためには様々な技術を実装し、短期のGHG削減と中長期のカーボンニュートラルを目指す必要がある。

図-3及び表-1は、様々な既存省エネ技術の内航船への導入を検討し、そのときの省エネ効果の試算例である。この例では、省エネ効果が数%の技術を組み合わせることで、運航時、荷役時および停泊時を含めて、トータル22%のCO₂削減と試算される。

2.3 GHG削減の技術と課題

図-4はGHG削減技術と課題を模式的にまとめたものであ

る。石油燃料や天然ガス、バイオ燃料などの既存燃料を利用する場合、持続可能なカーボンリサイクル技術の開発が必要である。また、水素やアンモニアなどのカーボンフリー燃料を利用する場合、動力システムの開発とインフラ設備の構築が重要となる。

仮に船舶の寿命を25年とした場合、2030年時には現在の既存船の60%が残る。すなわち、内航海運全体の総排出量低減のためには、図-3に示したようなCO₂削減技術のいくつかを新造船だけでなく既存船にも適用する必要がある。

3. 代替燃料利用技術

代替燃料を利用するGHG削減船の検討にあたっては、使用する燃料や動力システムについては様々な組み合わせが考えられる。表-2は、燃料や動力システムの種類毎に、GHG削減率、実用時期、タンク容積・航続距離、燃料供給のしやすさ、機器構成等を踏まえて、実現性が高いと考えられるGHG削減船を取りまとめたものである。

図-5は、内航船の航続距離と寸法に対する代替燃料及び動力システムの適用性を模式的に表したものである。水素燃料は小型から大型の船舶まで幅広く利用できると考えられる。また、短距離航路の船舶においては蓄電池の利用、長距離航

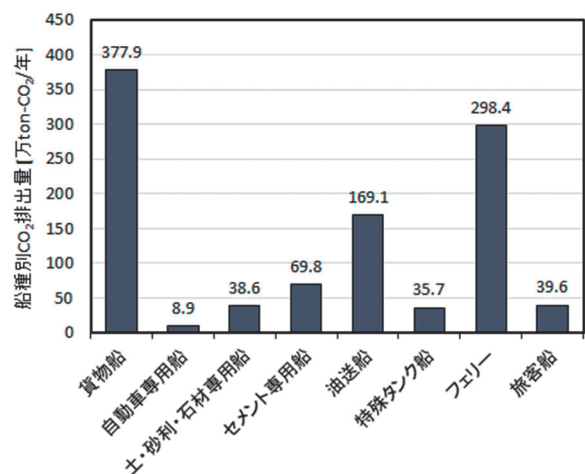


図-1 船種毎の総CO₂排出量の推定(2019年)

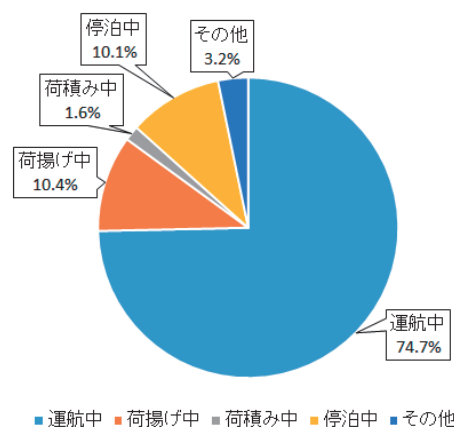


図-2 5,000GTセメント運搬船のCO₂排出の内訳

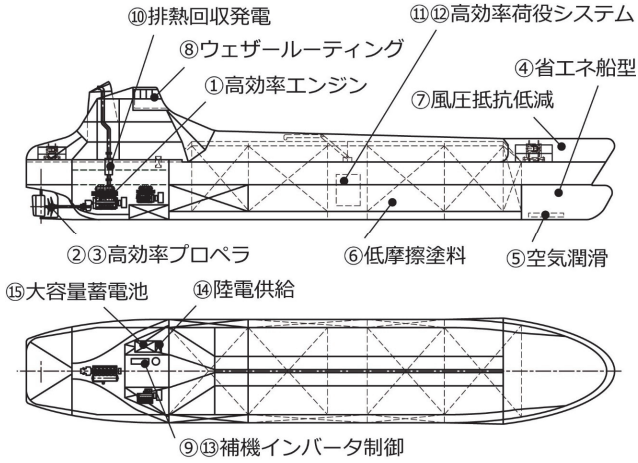


図-3 各種技術を導入したGHG削減船のイメージ

路の船舶においてはアンモニアやバイオ燃料の利用が期待できる。ただし、これらの代替燃料を普及させるためには、動力システムの技術開発ばかりでなく、十分な燃料供給インフラ設備の構築が重要である。

また、現状のエンジン開発状況を踏まえて、アンモニア燃料は長距離航路の大型船に有望であるとしているが、今後の技術開発によっては使用範囲が拡大する可能性がある。バイオ燃料については、海運分野への供給量が不明であることが課題である。同図においては、供給量が十分ではなく、燃料消費が多い大型船への適用は困難であり、中・小型船に適用しやすいと考えている。

4. まとめ

本稿では、主に内航船に着目し、各種CO₂削減技術の適用について検討した結果、代替燃料を利用する動力システムの適用性を検討した結果について述べた。以下、内航船のカー

表-1 GHG削減船のCO₂削減効果

No.	モード	技術の導入例	CO ₂ 削減効果 [%]	備考
①	運航	高効率エンジンの採用	2.5	運航時のCO ₂ 排出量を22%削減
②		二重反転プロペラ	4.0	
③		省エネダクト	2.0	
④		船型・船首形状改善	5.0	
⑤		空気潤滑	2.5	
⑥		低摩擦塗料	2.5	
⑦		風圧抵抗低減形状	1.0	
⑧		ウェザールーティング等	3.5	
⑨		補機インバータ制御	0.6	
⑩		排熱回収発電	1.5	
⑪	荷役	高効率機器の採用	5.0	荷役時のCO ₂ 排出量を7%削減
⑫		運用効率改善	2.0	
⑬	停泊	補機インバータ制御	5.0	停泊時のCO ₂ 排出量を31%削減
⑭		陸電利用	25.0	
⑮		大容量蓄電池搭載	3.0	

※ CO₂削減効果はそれぞれのモードにおける割合としている。

ボンニュートラル化における課題をまとめる。

- ① 様々な既存のCO₂削減技術を内航船へ導入することによって、20%程度のCO₂削減が可能であると試算される。ただし、内航海運全体の総排出量を大幅に低減するためには、現在では一部の船舶だけに利用されているCO₂削減技術を多くの既存船にも適用し、普及率を上げる必要がある。
- ② 水素燃料は小型から大型の船舶まで幅広く利用できる可能性がある。カーボンフリー燃料を利用した短期的な対策として、水素混焼ディーゼルエンジン船や水素燃料電池とディーゼル発電機などを組み合わせた

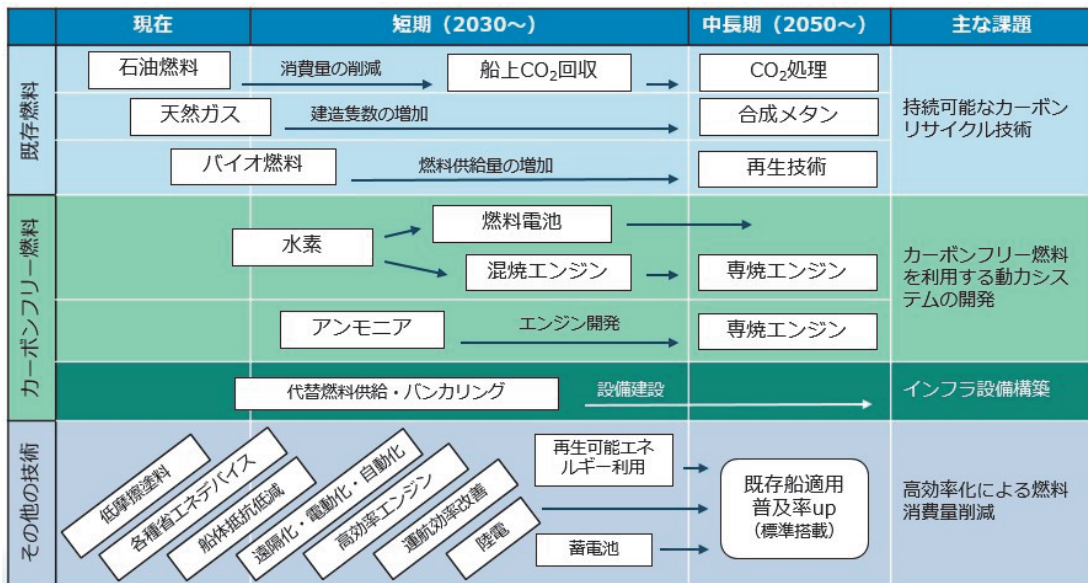


図-4 GHG削減技術と課題

表-2 代替燃料を利用する GHG 削減内航船の検討

	GHG 削減	呼称	概要	特徴・適用性
短期	低 (20%程度)	水素混焼ディーゼルエンジン船	水素混焼率 10~30%程度の水素・重油混焼エンジンを搭載	技術的ハードルがやや低く、早期に実現できる。
		LNG 燃料エンジン船	LNG 専焼ガスエンジンを搭載	既存技術で対応できる。
	中 (50%程度)	水素混焼ディーゼルエンジン船	水素混焼率 50%程度の水素・重油混焼エンジンを搭載	水素混焼率を高めることで GHG 削減率を高める。
		水素燃料電池ハイブリッド船	水素燃料電池と重油炊きディーゼル発電機を組み合わせた電気推進船	バランスがよく、中・小型の船舶への適用性が高い。
	高 (100%)	電池推進船	蓄電池だけのエネルギーで推進	短距離航路の船舶に有効である。
		水素燃料電池船	主に水素燃料電池で推進	比較的小さい船舶に有効である。
水素燃料電池・蓄電池ハイブリッド船		蓄電池と水素燃料電池のハイブリッド電気推進船	バランスがよく、既存技術で対応しやすい。	
中長期	高 (100%)	バイオ燃料船	バイオ燃料炊きエンジンを搭載	技術的ハードルが低く、燃料供給ができれば既存船を適用しやすい。
		水素・バイオ燃料混焼船	バイオ燃料炊きエンジンの一部を水素混焼 (10~50%)	燃料供給のバランスが取りやすくなる可能性がある。
		アンモニア専焼エンジン船	アンモニア専焼エンジンを搭載	大型船への適用性がやや高い。
		水素専焼エンジン船	水素専焼エンジンを搭載	中・小型の船舶への適用性がやや高い。

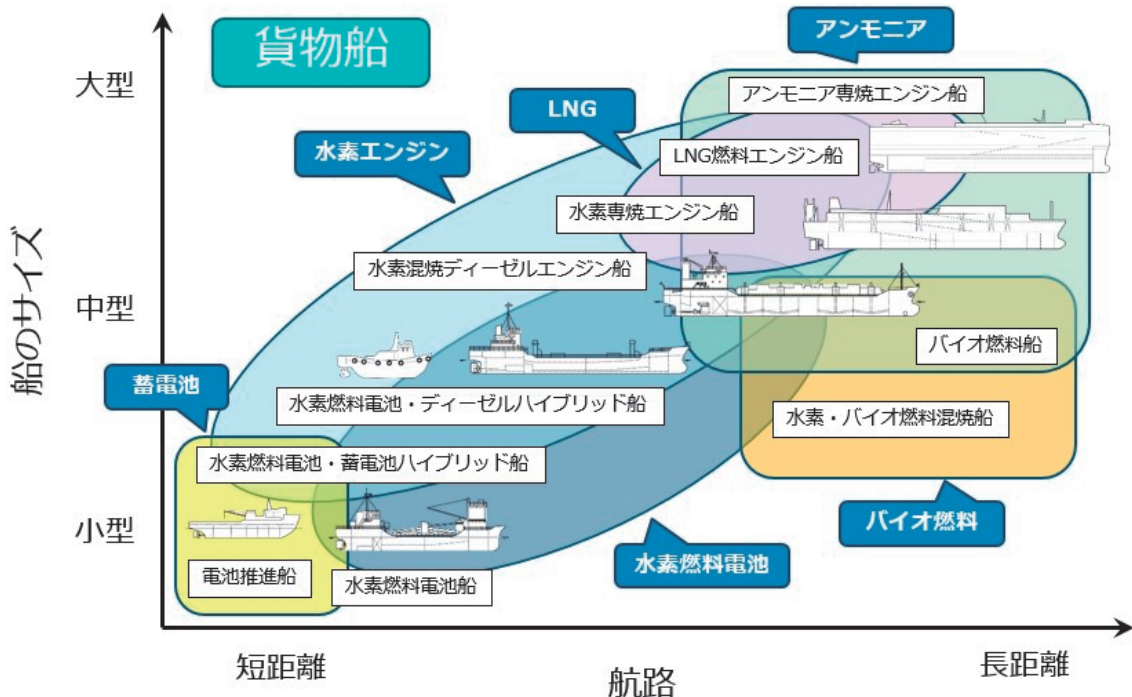


図-5 内航船のカーボンニュートラル技術適用製の検討例

ハイブリッド電気推進船が有望である。

- ③ 石油燃料や天然ガス、バイオ燃料などの燃焼時に CO₂ を発生する燃料を利用する場合、持続可能なカーボンリサイクル技術の開発が必要不可欠である。

volume), p.19-23, 2020.

- 2) The Japanese Shipowner's Association, Shipping Statistical data Handbook, <https://www.jsanet.or.jp/data/data.html>, et al.
- 3) Japan Federation of Coastal Shipping Associations, Activities of Coastal Shipping, http://www.naikokaiun.or.jp/img/00naiko_katsudou.pdf, et al.

References

- 1) HIRATA Koichi and KAWAKITA Chiharu, Activity Plans of GHG Reduction Project Team in NMRI, Papers of National Maritime Research Institute, Vol.20 (Separate