

4 GHG削減プロジェクトチームの活動計画

平田 宏一*, 川北 千春**

Activity Plans of GHG Reduction Project Team in NMRI

by

HIRATA Koichi and KAWAKITA Chiharu

Abstract

In March 2020, the National Maritime Research Institute established project teams in order to accelerate the research on a variety of issues. The Greenhouse Gas (GHG) Reduction Project Team is mainly focused on developing GHG reduction technologies from the aspects of ship hydrodynamics, alternative fuels, and engine efficiency, as well as developing a tool for estimating total GHG emission based on the demand forecast of marine logistics.

The International Maritime Organization (IMO) set the following GHG reduction targets in 2018. The goal by 2030 is to improve the operational efficiency of ships by 40% compared with 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. Since the establishment of these targets, the momentum towards reducing CO₂ emissions in the maritime industry has been growing globally in recent years.

In order to achieve these goals, it is necessary to develop and introduce a zero-emission ship to the shipping market. GHG would be reduced by more than 80–90% compared with that of a conventional ship; however, its course of development is not yet clear at this time. The GHG Reduction Project Team is tasked with researching and developing various GHG reduction technologies to contribute to the development of a zero-emission ship. The end goal is to develop technologies that will be integrated into the first zero-emission ship which is anticipated to begin service around 2030.

* 環境・動力系（GHG削減プロジェクトチームリーダー），** 流体設計系（GHG削減プロジェクトチームサブリーダー）

原稿受付 令和2年4月30日

審査日 令和2年6月6日

1. はじめに

2020年3月、海上技術安全研究所は、喫緊の研究課題に機動的に対応することを目的として、複数のプロジェクトチーム（PT）を立ち上げ、研究開発を加速するための改組を行った。GHG削減プロジェクトチームは新しく設立されたPTの一つである。GHG削減PTは、1) 流体力学的観点からのGHG削減技術の開発、2) 代替燃料並びに機関効率の観点からのGHG削減技術の開発、3) 海上物流の需要予測に基づくGHG総排出量推定ツールの開発を主な研究課題としている。本報では、本GHG削減PTの活動計画について述べる。

2. 主な任務と目標

国際海事機関（International Maritime Organization, IMO）により採択された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（2008年比）、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、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高い目標を掲げている。一方、国内では、2016年5月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」において、内航海運におけるCO₂排出削減目標として「2030年度に2013年度比で157万トンのCO₂削減」する目標が設定されている。

これらの目標を達成するためには、2030年頃までには従来

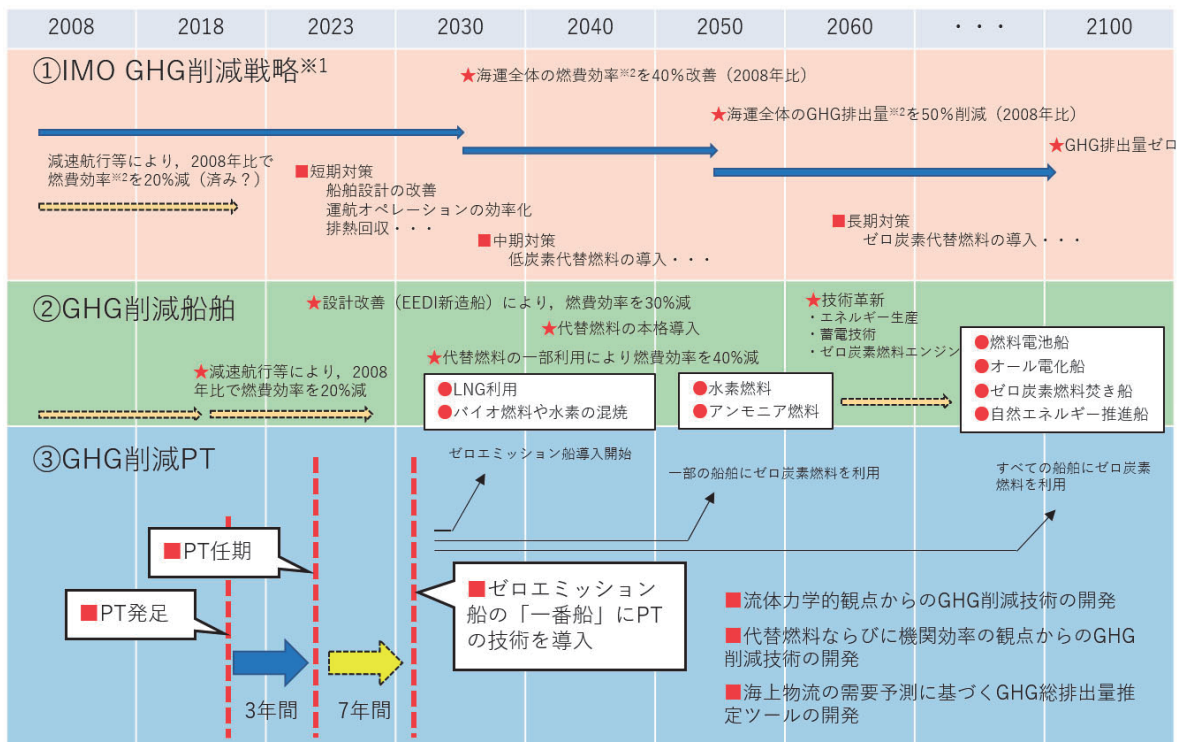
船と比べて80～90%以上のGHGを削減するゼロエミッション船の投入を開始する必要があるが、現時点でその道筋は明らかではない。GHG削減PTでは、様々なGHG削減技術の研究開発を行ってその道筋を示すとともに、ゼロエミッション船の実現に貢献する技術の構築を主目的としている。そして、2030年頃に就航開始されるゼロエミッション船の「一番船」に、GHG削減PTで研究・開発される技術を導入することを最終目標としている。

図1にIMO GHG削減戦略とそれに対するGHG削減PTの位置付けをまとめている¹⁾。当面、GHG削減PTは3ヶ年の研究計画を立案しており、2030年、2050年、あるいは今世紀中といったGHG削減目標の目安となる時期と比べて、やや先行した時期に実施することとなる。

3. 研究課題および活動計画

GHG削減PTが実施する主な研究課題は上記1)～3)の3つである。そして、3つの研究課題から得られるGHG削減技術を統合することによって、GHG削減目標を達成するための戦略とビジネスモデルを立案し、外部連携を踏まえつつ、成果の社会実装を駆動する計画である。

表1に個別のGHG削減技術の課題をまとめている。それぞれの研究課題の概要は以下の通りである。



※1 2018年4月、IMOにおいて、国際海運の温室効果ガス削減目標やその実現のための対策等を包括的に定める「GHG削減戦略」が採択された。
 ※2 EEDI（トンマイルあたりのCO₂排出量）と想定される。

図1 IMO GHG削減戦略とGHG削減プロジェクトチームの研究活動

3.1 流体力学的観点からの GHG 削減技術の開発

既に当所で実施している「GHG 削減のための革新的省エネ技術の開発」を推進し、低速運航船や高度空気潤滑技術の開発、GHG ゼロエミッション船のコンセプト提案等を実施する。例えば、空気潤滑技術については、低速時に抵抗成分の 80%

ールを開発する計画である。

4. ゼロエミッション船の初期検討

現在までに実施してきた GHG 削減技術に関する研究より、流体力学的観点の様々な GHG 削減技術が導入可能であるこ

表 1 各研究課題における技術課題の概要

研究課題		GHG 削減技術	技術課題の概要（目標）
1)	流体力学的観点からの GHG 削減技術の開発	低速運航船の開発	超低速船に関する流体評価技術の確立（推進・操縦・耐航性能に関する実験・CFD 技術）
		高度空気潤滑技術	省エネ効果最大 30%の空気潤滑システムの開発（現状：最大 10%）
		GHG ゼロエミッション船のコンセプト提案	経済性を考慮した代替燃料使用のコンセプト船の提示（肥大船および痩せ型船）
2)	代替燃料並びに機関効率の観点からの GHG 削減技術の開発	水素燃焼技術	適切な燃焼状態を保つための燃焼制御技術 最終目標は 100%水素専焼エンジン
		アンモニア燃焼技術	燃焼促進技術と未燃アンモニアの低減 最終目標は 80～90%アンモニア混焼エンジン
		代替燃料利用技術（安全性）	代替燃料の船内貯蔵と安全設備 関係機関と連携した規則・基準整備の補助
		その他の GHG 削減技術	燃料電池、船上 CO ₂ 回収、バイオ燃料、合成燃料など
3)	海上物流の需要予測に基づく GHG 総排出量推定ツールの開発	海上物流需要予測技術	既存の海上物流需要予測を発展させるための技術開発
		GHG 総排出量推定ツール	1) および 2) で検討された技術を使用した場合の輸送シミュレーションによる GHG 排出量の計算

以上を占める摩擦抵抗の削減手法として空気吹出法や気泡径の制御に基づく高度化・省エネ効果増大を図る²⁾。

3.2 代替燃料並びに機関効率の観点からの GHG 削減技術の開発

既に当所で実施している「多様なエネルギー源等を用いた新たな舶用動力システムの開発に関する研究」を推進し、水素やアンモニア等のカーボンフリー燃料の混焼・専焼技術の研究開発並びにそれらの代替燃料を利用する際の安全性に関する研究等を実施して、ゼロエミッション船の実現に貢献することを目指す。カーボンフリー燃料の混焼技術については、PT 発足に先立って様々な実機試験を実施している。水素混焼エンジンに関しては燃焼抑制技術³⁾、アンモニア混焼エンジンに関しては軽油の電子制御噴射によるアンモニア燃焼の促進や排ガス浄化技術の研究⁴⁾などを進めている。

3.3 海上物流の需要予測に基づく GHG 総排出量推定ツールの開発

以上に示したような GHG 削減技術を導入・普及する際には、導入コストや運用コストを含めた海上物流の需要予測が重要となる。本研究課題では、既に実施している CO₂ 排出シミュレーション⁵⁾や国土交通省主導の基で行われた GHG 削減ロードマップ作成事業、IMO で実施されている GHG study の成果などを活用し、GHG の総排出量削減に向けた技術開発のレベルと普及・達成時期をより高精度に推定するための有用なツ

と、カーボンフリー燃料の混焼率を高めるためにはエンジンの再設計を含めて多くの技術課題があること、水素やアンモニアなどのカーボンフリー燃料は熱量あたりの容積が大きいため実船導入するには燃料タンクの大型化が課題となることなど、多くの知見が得られている。以下、これらの知見を踏まえた、従来船と比べて 80～90%の GHG を削減するゼロエミッション船の初期検討例を紹介する。

4.1 初期検討を行うゼロエミッション船のコンセプト

初期検討を行うゼロエミッション船のコンセプトのコンセプトは以下の通りである。

- ① 80～90%の CO₂ 排出削減を目指す。
- ② 代替燃料以外の流体力学的観点からの GHG 削減技術および減速航行による CO₂ 削減効果を活用する。
- ③ 技術的なハードルが比較的低いと考えられる水素混焼エンジンを搭載する。
- ④ 高い CO₂ 削減を得るために、船上 CO₂ 回収技術を組み合わせる。
- ⑤ 燃料タンクの大型化に関する課題に対応するため、航続距離を見直し、タンクの小型化を図る。

4.2 ゼロエミッション船の検討例

表 2 および図 2 にゼロエミッション船の初期検討結果の一例を示す。同図表に示すエンジン出力、容積、CO₂ 排出の数値は従来の重油焚き船のそれぞれの値を 100 としたときの相対

表2 ゼロエミッション船の初期検討

項目	設定値・計算値
流体力学的観点からの GHG 削減技術による CO ₂ 削減率	20%
基準年に対する減速航行率	20%
主機関の燃料	メタンガス 50% 水素 50%
航続距離の短縮率	30%
主機出力*	41
CO ₂ 排出量*	20 または 10
液化メタンタンク容積*	37
液体水素タンク容積*	80
CO ₂ 回収タンク容積	0 または 26

※ 従来の重油焚き船を 100 としたときの指標

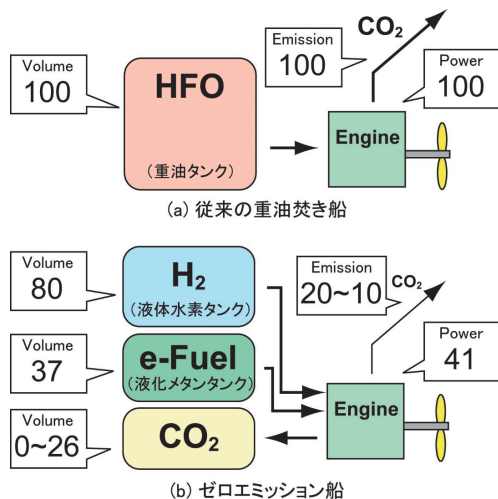


図2 ゼロエミッション船の初期検討結果

的な大きさ・量を表す指標である。なお、80~90%のCO₂削減を実現する構成は無数にあるが、本検討結果は最適化を検討したものではない。

表2に示すように、流体力学的観点からのGHG削減技術により20%のCO₂削減をすることとしている。これは上記の高度空気潤滑技術の導入などを想定している。また、基準年（2008年を想定）に対して20%の減速航行を行うこととしているが、これは既に多くの船舶で実行されている値であると考えている。これらの削減技術によって、単位時間あたりの燃料消費は約60%削減される。ただし、減速航行に伴う航行時間の増加を考慮するとタンク内の燃料の全熱量は約50%の削減となる。

主機関については、メタンガスと水素を50%ずつ混焼させる混焼エンジンを想定している。この検討ではカーボンフリー燃料の一例として水素を使用しているが、これはアンモニアを燃料とした場合であってもCO₂削減効果は同じである。また、メタンガスは再生エネルギーと燃焼ガスから回収されたCO₂から生成する合成燃料を想定しており、船上CO₂回収システムと組み合わせることで理想的なカーボンリサイクルが可能になる。なお、本計算では、80%のCO₂削減を実現するためには船上CO₂回収システムは不要であり、90%のCO₂削減を実現するためにはCO₂回収率が約50%の船上CO₂回収システムと、従来船の重油タンクの約1/4の容量を持つCO₂回収

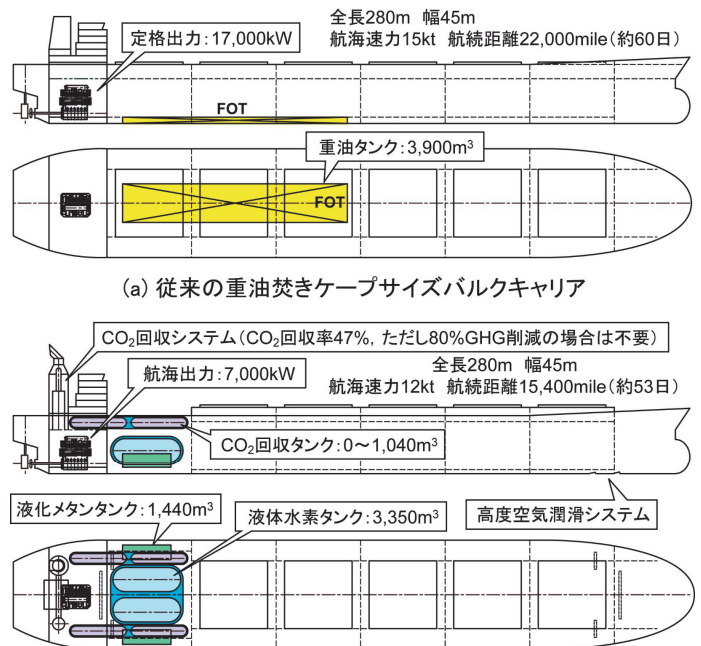


図3 ゼロエミッション船のイメージ

タンクが必要となる。

上記のようなCO₂削減技術を導入してもメタンガスおよび水素の燃料タンク内容積は従来船と比べて約1.7倍となる。本検討では、連続航続距離を従来船と比べて30%短くすることによって、80%のCO₂削減時の燃料タンクを従来船の重油タンクの約1.2倍、90%のCO₂削減時の燃料タンクとCO₂回収タンクの合計を約1.4の容積としている。

図3は以上の検討結果に基づいたゼロエミッション船の概略イメージである。同図において、船上CO₂回収システムや主機関の寸法、さらに個々のCO₂削減技術の詳細性能や船内電力消費（補機）、代替燃料利用による重量増加は考慮されていない。これらの検討課題並びに本ゼロエミッション船の検討結果については、今後のGHG削減PTの研究活動によって得られる成果を踏まえてブラッシュアップする必要がある。

5. まとめ

本報では、2020年3月に設立されたGHG削減PTの活動計画について紹介した。本PTでは、流体力学的観点並びに代替燃料などの観点からのGHG削減技術の開発や海上物流の需要予測に基づくGHG総排出量推定ツールの開発を進めていく。近い将来に必要なゼロエミッション船の実現に貢献できるように、今後の研究活動を実施したいと考えている。

参考文献

- 1) 平田宏一：低・脱炭素燃料に対応する船用動力システムに関する研究，海上技術安全研究所報告，第19巻別冊（2019），pp. 3-7.
- 2) 拾井隆道，川北千春，濱田達也，若生大輔：高度流体制御技術によるゼロエミッション船の実現，海上技術安全研究所

報告，第 20 巻別冊（2020 予定）．

3) 市川泰久，関口秀紀：水素混焼ガスエンジンの燃焼抑制に関する研究，海上技術安全研究所報告，第 20 巻別冊（2020 予定）．

4) 仁木洋一，市川泰久，新田好古，平田宏一：アンモニア混焼ディーゼルエンジンの現状と課題，海上技術安全研究所報告，第 20 巻別冊（2020 予定）．

5) 小坂浩之，村岡英一：国際海運の CO₂ 排出シミュレーション，海上技術安全研究所報告，第 19 巻別冊（2019），pp. 15-18.

