



日本財団
The Nippon Foundation

助成事業

国際海運における温室効果ガス（GHG） 削減に向けた総合戦略

2008年度 成果報告書

2009年5月

財団法人 日本船舶技術研究協会

国際海運における温室効果ガス（GHG）削減に向けた総合戦略

目 次

国際海運からの GHG 排出削減に関する総合戦略（骨子）	1
1. 国際海運からGHG排出量を抑制・削減していくための枠組みの構築	2
(1) IMOやUNFCCC等国連に機関を通じた取り組み	2
(2) 各海運事業者等が行ったCO2削減努力化の可視化のための取り組み	10
2. 具体的なGHG排出量削減手段の創出	11
(1) 研究開発の促進（国と共同）	11
3. 中長期的な GHG 戦略	14
(1) 2050年までの段階的な状況とそこで必要とされる技術の推定	14
(2) GHG排出削減技術開発に関するロードマップ	17
(3) GHG排出削減技術の普及に必要なインフラ等に関する調査研究	24

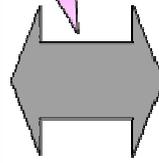
国際海運からのGHG排出削減に関する総合戦略

国際海運のGHG排出

【排出量の現状】
IMOの専門家Gの調査によれば、国際海運のCO2排出量(2007)は8.4億トンと推定
(CO2以外のGHGはH21.7のMEPC59に報告予定)

【CO2排出量の将来】
国際海運のCO2排出量は、海上貨物輸送量に依存。
IMOが推定するIPCCのA1Bシナリオ(最もあり得る経済成長)に基づく2050年の海上荷動き量は、2007年比約4倍。
※GDP成長率と海上輸送量増加の相関関係からの推定

IMO予測では、2050年の国際海運のGHG排出量は約20億トン(無対策時)



Gapを埋めるには、
単位輸送量当りの
CO2量を1/5にする
必要がある

IPCC報告によれば、2050年の全世界のGHG排出量を現状比50%削減が必要

短・中期的なGHG削減戦略

単位輸送量当りのCO2排出量を抑制するためには、荷主・海運・造船等の各Playerがそれぞれの立場で排出量の削減に取り組むことが必要

各プレイヤーによる単位輸送量当りのCO2排出量を抑制するため
の努力を促進し、且つ、その努力が報われる枠組みの構築

【H20～継続的な取り組み】

海運市場を歪曲せずにCO2排出削減を促進する国際的な枠組みの構築に向け、IMO等を通じた取り組み(国と協力してIMO、COP等での審議に対応)

【H21年度から開始】

海上輸送におけるカーボンフットプリント算定方法に関する調査研究(各船社によるCO2排出削減努力の見える化)

具体的なGHG排出量削減手段の創出

【H20～】 研究開発の促進(国と共同)

船舶・船用機器等のハードだけでなく、船舶運航・配船等中長期的に経済性があり、単位輸送量当りのCO2排出量を抑制可能な手段の創出

中長期的なGHG戦略

上記の短・中期的な取り組みは、具体的な事業は変わっても、継続的に取り組んで行く必要がある。他方、現在の技術の延長線上で、2050年に国際海運における平均的な単位輸送量当りのCO2排出量を1/5に抑制することは困難。

中長期的なGHG排出量削減手段の方向に関する検討が別途必要

【H20～】

H20年度は、あり得べき技術開発についてロードマップを作成
H21年度は、技術開発ロードマップに示された技術のうち、海運・造船では完結しないインフラについて調査

1. 国際海運からの GHG 排出量を抑制・削減していくための枠組みの構築

単位輸送量当たりの GHG 排出量を抑制するためには、荷主、海運、造船、船用等の各プレイヤーが、それぞれの立場で排出量の削減に取り組むことが必要である。

そのためには、各プレイヤーによる単位輸送量当たりの GHG 排出量を抑制するための努力を促進し、且つ、その努力が報われる枠組みの構築が求められる。

(1) IMO や UNFCCC 等国連機関を通じた取り組み

気候変動枠組条約京都議定書は、温暖化ガス（GHG：Greenhouse Gas）の削減の対象を附属書 I に掲げる先進国に限定しているが、国際海運における GHG 排出削減については、運航国、船籍国、荷主国、入出港国、寄港国等が複雑に絡んでいる国際海運市場の特殊性にかんがみ、附属書 I 国だけでなくすべての外航船舶に等しく適用される世界共通のルールが必要であり、途上国に対し削減義務が課されない一般セクターの温暖化対策とは性質を異にする。このため、同附属書においても、国際海運については、第 2 条第 2 項において、国際航空とともに専門の国際機関（IMO、ICAO）を通じた作業によって、GHG 排出量の抑制を追求することとされている。

これを受けて、IMO では、国際海運からの GHG 排出削減に向けた制度設計について検討を行っているところであるが、規制を先進国／途上国の区別なく一律に適用することについて途上国の強い反対を受け、これまで議論はあまり進展してこなかった。一方、近年の温暖化対策への社会的関心の高まりから国際海運からの GHG 排出削減の要請も強まりつつあり、また、現行の京都議定書の約束期間終了後（2013 年～）の気候温暖化対策の枠組みを決定することとされているデンマーク・コペンハーゲンで開催される第 15 回気候変動枠組条約締約国会議（COP15:2009 年 12 月）において、IMO が国際海運からの GHG 排出削減策について報告することとなっていることから、IMO は 2008 年から 2009 年にかけて検討作業を加速させているところである。

我が国は、これまでも、IMO 等の国際会議に積極的に対応してきているが、ここで、GHG 排出削減手法の概念的整理を行った上で、現在、IMO で議論されている規制の手法を整理し、今後の我が国が取るべき方針についてまとめる。

① GHG 排出削減手法の概念的整理

現在、IMO では、国際海運からの GHG 排出の削減については、以下の 3 つの観点から検討が進められている。

- ◆ 技術的手法（船舶のエネルギー効率の改善、代替エネルギーの活用等）
- ◆ 運航的手法（減速航行、最適航路選択等）

◆ 経済的手法（燃料油課金、排出量取引等）

それぞれの手法の詳細に入る前に、GHG 排出削減手法の概念的整理をする。

CO₂ の排出量 = (活動量) × (排出効率)
であり、
CO₂ の排出量 = (活動量：輸送量 トンマイル)
× (エネルギー効率：燃料消費量 (g) / 輸送量 (トンマイル))
× (エネルギーごとの CO₂ 換算係数：CO₂(g) / 燃料(g))
である。

このため、国際海上輸送に従事する船舶からの CO₂ 排出削減の方法として、

(A) 輸送量 (トンマイル) 自体を抑制する。

(B) 個船又は船隊単位でのエネルギー効率 (燃料 g / トンマイル) を向上させるという2つの方法が考えられる¹。

なお、(B)のエネルギー効率向上には、船舶のハードウェアを変更する「技術的手法」と、ハードには触れず運航のやり方によって効率を改善する「運航的手法」とがある。

以上、整理すれば、

A 輸送活動の抑制

B エネルギー効率の改善：

B-1 技術的手法

B-2 運航的手法

が、削減の方法となるが、地球環境の保全と経済発展の両立を目指す立場からは、Bのエネルギー効率の向上が優先して実施されるべきである。。

② 船舶の効率の定量的評価

海運からの効率向上を促進する前提として、船舶のエネルギー効率を定量的に評価するツールが必要である。このため、IMO では、個別の船舶の CO₂ 排出性能 (燃費性能) を示す指標を2種類開発中である。1つは、エネルギー効率運航指標 (Energy Efficiency Operational Indicator : EEOI) であり、もう1つは、エネルギー効率設計指標 (Energy Efficiency Design Index : EEDI) である。いずれの指標も「輸送活動が社会に与える便益としての輸送活動 (トンマイル)」に伴う「環境コスト (すなわち CO₂ の排出量)」という形で定義される。

¹ 同じ化石燃料の使用を前提とするならば、CO₂ 換算係数は基本的には変えられない (重油であれば、約 3.1 (CO₂ g / 燃料 g))。

$$\text{EEOI 又は EEDI} = \frac{\text{環境コスト (CO}_2 \text{ 排出量 g)}}{\text{社会に与える便益 (輸送量 : 貨物量(ton) × 輸送距離(mile))}}$$

- ◆ このうち、EEOI は、運航時における「実際の CO₂ 排出量（燃料消費量から換算したもの）」と、「実際に運んだ貨物量」「実際に走った距離」から、海運事業者によって「実際に達成された効率」を示している。

$$\text{EEOI (g/ton mile)} = \frac{\text{CO}_2 \text{ 換算係数} \times \text{燃料消費量(g)}}{\text{実貨物量(ton)} \times \text{実航行距離(mile)}}$$

- ◆ これに対して、EEDI は新造時の船舶のスペックに基づき、「その船舶が発揮できる効率のポテンシャル」を示すものである。

$$\text{EEDI (g/ton mile)} = \frac{\text{CO}_2 \text{ 換算係数} \times \text{燃料消費率(g/kWh)} \times \text{機関出力(kW)}}{\text{DWT(ton)} \times \text{速力(mile/h)}}$$

エネルギー効率の向上という観点から国際海運から排出される GHG 量を抑制するためには EEOI が向上する必要がある。海運事業者によるエネルギー効率の向上手段の一つとして、その使用する船舶の環境性能の向上が挙げられるが、これを助け、且つ、著しく環境性能の悪い船舶が海運市場に新規に参入しないよう、新造船の環境性能の「見える化」を図るための指標が EEDI である。

EEDI では「実際に消費した燃料量」の代わりに、「通常消費される燃料量の見積もり値」として、機関それぞれの燃料消費率に機関出力を乗じたものを用いる。また、「実際に運んだ貨物量」の代わりに、その船舶が運べる量のポテンシャルとしての載貨重量トン(DWT)を用い、実航行距離の代わりに、「運べる距離のポテンシャル」としての「速力(ノット: マイル / 時間)」を用いている。

③ エネルギー効率の向上手段

【技術的手法】

技術的手法とは、船舶のハードウェア改善により効率を向上させるものであり、EEDI を改善させるものである。具体的には以下のような手法が想定されている。

- ◆ 主機・補機系技術：回収エネルギーの利用、デュアルフューエル・ディーゼル、代替燃料等
- ◆ 船体・船型系：大型化・船体重量低減技術、船型改良、粘性抵抗低減等
- ◆ 推進系：プロペラ改良、省エネ付加物等

【運航的手法】

運航的手法とは、船舶のハードウェアを変更することなく、運航のパターンを変更す

ることにより効率を向上させるものであり、具体的には以下のような手法が想定されている。

- ◆ 減速運航
- ◆ 個船の運航管理：最適トリム調整、一定の軸 RPM、最適バラスト調整等。
- ◆ 船隊全体の運航管理：積荷効率の向上、バラスト航海の最小化等。
- ◆ ウェザールーチング
- ◆ 「ジャスト・イン・タイム」入出港
- ◆ 船体メンテナンス：船体洗浄による抵抗減等

このように、運航上の手法には、個船（の船長、船員）の判断のみで可能なもの、船隊全体の判断（各船舶の管理監督能力を持つ者の判断）で可能なもの、及び、船社の範囲を超えた広範な措置と連携が必要なものがある。

④ 経済的手法

経済的手法とは、海運事業者が前述の技術的手法、運航的手法及びその他の手法を実施することを誘導する経済的インセンティブを創出することを目的とするものであり、具体的には以下のような手法が想定されている。

- ◆ 燃料油課金（燃料油を購入するたびに、燃料油1トンあたり一定額の課金を支払う）
- ◆ 排出量取引（ETS：Emission Trading Scheme）

⑤ 国際的な枠組みの構築【第1世代の取り組み】

(ア) IMO での検討の状況

現在、IMO では、技術的手法、運航的手法、経済的手法の3つを検討しているが、その進捗状況の違い及び想定される枠組みの導入時期の違いから、2段階に分けて考えられており²、技術的手法及び運航的手法は第1段階（第1世代）、経済的手法は第2段階（第2世代）として位置づけられる。

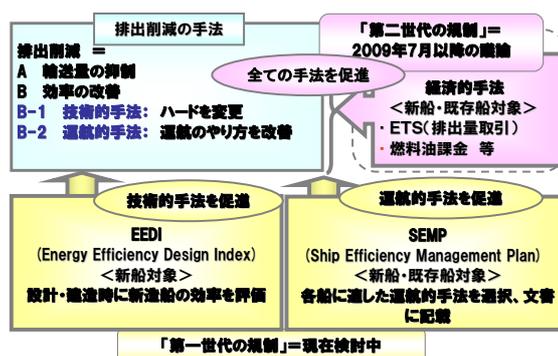


図 1-1 IMO での検討メニュー

第1世代は、2009年12月に開催される、第15回気候変動枠組条約締約国会議（COP15）の前にIMOにおいて合意され、実施（試行を含む）することを念頭に検討が進められているものであり、一方、第2世代は、COP15以降に議論が進展すると考えられているものである。

² 規制の検討を2段階に分けて議論することは、IMOにおいて明確に合意されている訳ではなく、主要先進国間の共有認識である。

第1世代の取り組みとしては、以下のものが想定されている。

(イ) 新造船の燃費基準達成の義務付け

- a) 目的： 新造船のエネルギー効率の改善を促進すること。
- b) 想定されている規制の概要：
 要件①： 新造船は、設計指標（EEDI）を計算しなければならない。
 要件②： 新造船の EEDI は、船種・サイズごとに定められる一定の基準（ベースライン）を満たさなければならない。
- c) その他：
 ◇ 現在 IMO では、設計指標算出ガイドラインを試行し、改正作業中。
 ◇ ベースラインは、現存船の EEDI の平均値とする。
 ◇ ベースラインは、将来的には段階的に引き下げる（強化する）。
 ◇ 船のサイズによって、適用される要件の差別化することに合意。

		EEDI 計算	規制値満足 Attained EEDI < Required EEDI	EEDI 認証 (検査、証書)
外航船	サイズカテゴリーI [400GT]未満	×	×	×
	サイズカテゴリーII [400GT] - [X GT]	○	×	○
	サイズカテゴリーIII [X GT]以上	○	○	○
内航船（サイズに関わらず） ※各国は任意で実施できる。		×	×	×

表 1-1 適用範囲の一覧

- ◇ 強化にあたっては、設計指標の認証制度の確立が必要。IMO では、認証の基本的手法に合意し、日本案をベースに MEPC59 で検討予定。

(ウ) 既存船に対する船舶効率マネジメントプラン保持の義務付け

- a) 目的： 新造船・既存船に拘らず、船舶の運航面に着目し、そのエネルギー効率の改善を促進すること。
- b) 想定されている規制の概要：
 要件①： 船舶は、船舶効率マネジメントプラン（以下「プラン」という。）を作成し、保持しなければならない。
 要件②： 船舶は、プランを定期的に見直さなければならない。
 * 個々の船舶は、自船の運航上の手法について、自船に適した手法を選択し、その実施計画について自己宣言し、当該手法による CO2 排出削減量とそ

のポテンシャルを明示する文書を作成し、船上に備え付ける。効率測定のため EEOI 自己モニタリングし、結果を削減手法にフィードバックして最適化すること（たとえば、各社・各船が EEOI のトレンドを見つつ、最適な減速のレベルを設定）を想定。

c) その他：

- ◇ プランは、船舶のエネルギー効率を向上させるため、①対策の計画、②対策の実施、③効率のモニタリング、④結果の評価及び改善策の立案というサイクルを確立するための支援ツール（当該コンセプトについては第 2 回 GHG 中間会合（2009 年 3 月において合意）。
- ◇ プランのガイドライン（プランのフォーマットを含む）について、日本案をベースに MEPC59 で検討予定。
- ◇ IMO では、船舶のエネルギー効率を改善するための対策（ウェザールーチング、減速航行、トリム最適化等）を取りまとめたベストプラクティスのガイダンスを策定中。ガイダンスは「対策の計画」において活用。
- ◇ また、IMO では、運航指標（EEOI）算出ガイドラインを改訂作業中。運航指標は「CO₂ 排出量 (g) / 輸送量 (ton・mile)」で表示。運航指標は「効率のモニタリング」において活用。

⑥ 国際的な枠組みの構築【第 2 世代の取り組み】

第 2 世代の取り組みは経済的手法であるが、具体的な制度設計に関する検討は、MEPC59（2009 年 7 月）以降に本格化する見通しであるが、現在のところ、IMO には以下の 2 つの案が示されている。

◆ 排出量取引（キャップ&トレード）：

フランス、ノルウェー、ドイツ等が提案している案。排出総量を規制（キャップ）し、規制値を下回って生じる排出量又は超えて不足する排出量を売買する。

◆ 燃料油課金

デンマークが提案している案。燃料油に課金し、得られた資金でオフセットや途上国支援を実施する。

いずれの手法も、現時点においては、基本的なコンセプトが示されているのみであり、具体的な実施方法等についての詳細はまだ提案されていない。

◆ 燃料油課金・還付【我が国の提案】

我が国は、上記以外の経済的手法として、2009 年 7 月に開催される MEPC59 に、燃料油課金に係るデンマーク提案をベースとして、効率改善に向けたインセンティブを増幅させるスキームとして、「燃料油課金・還付」制度を提案している。その概要は次のとおり。

- ◇ 購入燃料に一定額を課金。

- ◇ 拠出された資金は、国際組織（新規設立を想定）が管理。
- ◇ 認証機関(旗国主管庁又は船級協会)は、毎年の GHG 排出削減実績等のデータを検証。
- ◇ 検証されたデータをもとに国際組織が格付け。
- ◇ 格付け結果に基づき、拠出された資金の一部を還付。

我が国提案の課金・還付制度においては、効率評価に基づく還付を導入することにより、単純な燃料油課金制度よりも効率向上に向けた経済的インセンティブを強化することが可能となり、エネルギー効率向上のための投資を促進させることが期待される。

⑦ 今後の目指すべき方向

これまで、我が国は、第 1 世代の取り組みに関する IMO での審議において、積極的に提案し議論をリードしてきた。これは、

- ◆ 技術的に正しい理解に基づき EEOI 及び EEDI が算出されるべき。(適切な評価手法を確立することが、GHG 排出削減に向けた取組みを促進する基盤となる)。
- ◆ 効率向上のための努力をしたものが正当に評価され、且つ、報われるべき。(これにより事業者による更なる努力が促される。)
- ◆ 合理的な範囲で実行可能な規制であるべき。

といった認識に基づくものである。第 1 世代の取り組みについては、今後、試行に基づく経験を踏まえて改善作業を続けていくこととなるが、引き続き、これまでと同様の認識に基づき、積極的に議論をリードしていくことが必要である。

今後、IMO において議論が本格化する経済的手法においても、前述の認識に基づく対応が必要であるが、さらに次のような国際海運の特徴にも留意し、制度設計を行う必要がある。

- ◆ 国際海運は、世界経済の血流であり、今後も高い成長率で成長することが予測されているが、環境保全と経済発展は両立される必要がある。
- ◆ 国際海運は、他の輸送モードと比較し効率の高い輸送モードである。(海運に過度の経済的負担を課すことは、逆モーダルシフトを生じさせ、温暖化対策として却ってマイナスとなるおそれがある。)
- ◆ GHG 排出削減の枠組みは、途上国も含めすべての国に一律に適用されなければならない。(途上国の配慮は当該枠組みの適用以外の形で考慮するが、市場歪曲につながってはならない。)

一方、気候変動枠組条約（UNFCCC）においては COP15 に向けてポスト京都の枠組みが 6 月以降に議論され始める。COP15 で決まる法的文書において、国際海運を

どのように扱うかが海運 CO2 規制におけるもっとも上流の意思決定となる。ポスト京都の枠組みにおける海運の取扱いについては、例えば、欧州委員会の案（必ずしも EU 各国の案ではない）では、「2020 年には海運からの総排出量を 2005 年レベルに、2050 年に 1990 年レベルにする」という数値目標を COP15 法的文書の中に盛り込むとされている。しかしながら、国際海運が先進国の経済ではなく、途上国の貢献度の大きい世界経済全体の成長によってその需要が決まり、途上国の成長に牽引された結果、年率 4%程度で荷動き量が増えてきているという実態を考慮すれば、非常に達成困難な目標である。（2. に記すようにこの目標を実現するためには非常に高いハードルの技術開発を実現させ、且つ、これを普及させなければならない。）

日本がなすべきことは、合理的な目標設定とこれに対応した技術開発等を均衡させることにより、国際海運からの GHG 排出量の削減が着実に達成されるよう対処することにある。そのためには、全体戦略を打ち立て、それを出来る限り多数の国に共有してもらうことが必要である。具体的な全体戦略は次の通り構築するべきである。

- ◆ 目標の設定： 海運の需要は世界全体の GDP にリンクしており、GDP 成長の幅が大きく振れる中で、「総量の絶対値キャッピング」をトップダウンで設定することは不適切。目標は、「効率改善」であるべきで、技術的に達成可能な効率改善幅を見積もり、それをターゲットとして打ち出すべき。
- ◆ 総量カーブの作成： 効率改善の結果予測される国際海運からの CO2 排出総量の推移カーブを作成し、IMO の外の世界に示す。（国際海運における排出削減努力を示す。）
- ◆ COP15 での合意： 目標設定や経済的手法等を COP15 において決定せず、引き続き IMO での検討を促すものとするべき。
- ◆ 経済的手法： 経済的手法は、「効率改善」を強力に推進するインセンティブを与えるものであるべき。

IMO 及び UNFCCC 等様々なフォーラムにおいて各国の賛同を得てこうした戦略を現実的なものとしていくためには、我が国として効率改善ターゲット、総量カーブ、経済的手法等を具体的な形で提案していく必要がある。

また、このような複雑で困難な交渉においては、政府間のみならず、海運業界間、また、技術的な問題についての研究機関の連携など、様々なレベルでの対応が必要である。

(2) 各海運事業者等が行ったCO₂削減努力化の可視化のための取り組み

カーボンフットプリント（CFP）³を使用して商品単位にCO₂量を表示（見える化）することで、消費者にCO₂排出量の自覚を促すとともに、CO₂排出量の少ない商品への選好を高めることにより、サプライチェーンを通じた企業のCO₂排出量削減を促進しようという動きが我が国を含め世界的に進んでいる。国際的には、ISOにてCFP算定基準のための国際規格（IS）発行に向けた動きが始まっている他、国内においても、経済産業省が「CFP制度のあり方（指針）」および「商品種別算定基準（PCR）算定基準」を2009年3月公表し、具体的な対象毎に算定方法の検討を開始している。

産業活動に起因するGHG排出量の計算・報告ニーズ、更には主として非耐久消費財を対象としたCFP表示に関する国際的・国内的な動向を踏まえ、荷主サイドからは海運事業者に対し、その原材料・商品・エネルギー等の貨物を船舶輸送した場合のCFP情報の提供を求める声が高まっている。また、より環境負荷低減に関する感度の高い荷主においては、より環境負荷の低い物流手段・輸送経路を明確化し、採用しようという動きもある。

他方、これらの情報提供要請を受ける海運サイドでは、現在標準的な方法がないため、船社毎にまちまちの方法での情報提供とならざるを得ない。

海運分野におけるGHG排出量の抑制が大きな課題となる中、上記の荷主の要請に対して比較可能な透明度の高い情報の提供を可能とし、海運分野での環境負荷低減を促進していくことを目的として、船舶輸送におけるCFP情報の算定方法について早急に標準化を図ることが必要である。

- ◇ 船種毎に主要な航路で海上輸送を利用する場合の標準的なCFP値の推定
- ◇ 船社毎に、船種・航路等の一定の区分で単位輸送量（トンキロ）当りのCFPを算出する手法を策定（一定期間の移動平均を用いた実績値）

³ 商品の各単位について、ライフサイクル全般（資源採掘から廃棄まで）で排出されるGHG量をCO₂量で表したものの

2. 具体的なGHG排出量削減手段の創出

(1) 研究開発の促進（国と共同）

船舶・船用機器等のハードだけではなく、船舶運航・配船等も含め、中長期的に経済性があり、単位輸送量当りのCO₂排出量を抑制可能な手段を創出する。

具体的には、個船ベースでGHG排出量を30%削減することを可能とするための技術の確立を目指し、国と連携して、民間主導の短期的なプロジェクトを4年間で推進する。

その第一弾として、日本財団の助成を受けて、今般、共同研究を開始したプロジェクトは以下のとおり。

表 2-1 5月29日にスタートした15件の技術開発プロジェクト

カテゴリー	開発者 (海運関係の協力者)	事業概要
船型開発	名村造船所、大島造船所	空荷時に積載するバラスト水を少なくし、推進効率を高める船型の開発
	IHIMU、IHI	二重反転プロペラの効率を有効に高める船型の開発
	内海造船	波浪中の抵抗増加の少ないコンテナ船向け船首形状の開発
	IHIMU、IHI、ディゼルナレット ⁴	省エネコンテナ船の開発
摩擦抵抗 低減	造船会社等10社 ⁴	水中の船体を気泡で覆って船体の摩擦抵抗を低減する技術（空気潤滑法）の開発
	三菱重工業、日本郵船（MTI、日之出郵船）	空気潤滑法による船体摩擦抵抗低減技術の浅喫水2軸船による実船実証
プロペラ効率 向上	ナカシマプロペラ（MTI、辰巳商會、ジエック、四国フェリー）	プロペラ中心部の渦の低減・プロペラ翼面積比の減少による高効率プロペラの開発
	新来島どっく	プロペラ前後の流れを制御・活用しプロペラ効率を向上する省エネ付加装置の開発
ディーゼル機 関効率向上 廃熱回収	三井造船	大型低速ディーゼル機関の燃焼最適化技術の開発
	ヤンマー	小型ディーゼル機関の高効率廃熱回収システムの開発
	新潟原動機	小型デュアルフュエルディーゼル機関 ⁵ の開発

⁴ IHIMU、今治造船、MTI、大島造船所、川崎造船、住友重機械マリンエンジニアリング、ツインレールディングス、三井造船、三菱重工業、ユニバーサル造船

⁵ デュアルフュエル機関とは、重油とガスの両方の燃料を切り替えによって使用できる機関

運航・操船 効率化	ユニバーサル造船（商船 三井、川崎汽船）	気象・海象データをもとにした最適航路選定システムの開発
	日本郵船、MTI	船舶の運航情報、港湾での荷役待等の滞船情報をもとに最適の運航管理を行うシステムの開発
	日本郵船、MTI、日本海 洋科学	在来型自動車運搬船と同等以上の操船性能を有する自動車運搬船操船システムの開発
	大島造船所	風や海流等の中で、最もロスの少ない最適操船情報を提供するシステムの開発

上表（表 2-1）に掲げる 15 件と同様に今年度から事業開始予定のプロジェクトが 9 件程度あり、現在（5 月 31 日時点）事業開始準備が進められている（スタートの時点で上記 15 件と同様に開発者及び事業概要を公表予定）。

これらの案件も含め、短期的技術として今年度から開発が開始される技術に期待される削減効果を推定⁶すると以下のとおり。

表 2-2 カテゴリー別に期待される削減効果

カテゴリー	期待される効果（％）
① 船型開発	～10
② 摩擦抵抗低減	～10
③ プロペラ効率向上	～3
④ ディーゼル機関効率向上／排熱回収	～10
⑤ 運航・操船効率化	～20
⑥ ハイブリッド推進システム	～2

上表の削減効果には、相反するものや累積ができないものも存在するが、これらの技術開発が成功裏に終了すれば、船種毎の効き方の差を考慮しても、目標とする削減効果 30%は十分可能な範囲にある。

以上の短期的なプロジェクトを当面着実に推進すべきであるが、今後、更にその時点での関連技術の開発状況、需要等を踏まえ、新たに具体的なプロジェクトを見出すなどし、短・中期的な研究開発に継続的に取り組んでいく必要がある。これによって、まず現在の技術の延長線上にある技術を確立するべきである。

このような観点から、現時点において、船用技術の現状及び方向性、陸上技術開発の状況及び方向性等を踏まえ、今後、研究対象となり得る技術開発要素（長期的なものを含む）を技術分野毎に列挙すると次表 2-3 のとおり。

⁶ 2008 年度に船技協が各提案者に依頼したフィージビリティ・スタディの結果等を参考とした。

表 2-3 研究対象となり得る技術開発要素

技術分野		適用技術・インフラ		備考
主機・補機系	回収エネルギーの利用	温熱、蒸気回収	熱交換器効率向上技術 蒸気製造技術向上技術（排ガスエコノマイザ） 造水装置技術	ディーゼルエンジンと排熱回収電気推進のハイブリッド化による省エネルギー化のための要素技術
		動力、電気回収	蒸気タービン発電機 スターリングエンジン等外燃機関	
	デュアルフューエル・ディーゼル	天然ガス輸送・貯蔵技術開発 天然ガスハイドレート化 DFDE エンジン、蒸気タービン改良エンジン等 LNG・CNG 搭載技術		デュアルフューエル・ディーゼル・エンジン船の一部普及
	代替燃料	バイオディーゼル燃料への対応化 GTL、DME エンジン開発		石油需給の逼迫など外部環境依存
	燃料電池	既存主機方式とのハイブリッド化	船用燃料電池スタック開発 ディーゼル・燃料電池ハイブリッド ガスタービン・燃料電池ハイブリッド	
水素燃料		船用水素貯蔵技術 船用水素輸送技術		
バッテリー走行（蓄電・給電関連技術）	インバータ効率向上、リチウムイオン電池、電気二重層キャパシタ、ハイブリッドキャパシタ、超伝導フライホイール、洋上発電・給電プラットフォーム技術、太陽光発電		他分野（自動車、電力分野等）での技術開発の進捗にあわせ、将来のゼロ・エミッション電気推進船実用化のための要素技術開発（回収エネルギー利用での適用技術を含む）	
船体・船型系	大型化・船体重量低減技術	高張力鋼利用 アルミ部材適用 構造部材低減 FRP、CFRP 利用 バラスト低減・ノンバラスト		各要素技術は部分的に新造船へ適用 ドック大型化など港湾施設整備と合わせ、将来の超大型船のための要素技術開発
	船型改良	双胴船（カタマラン）、三胴船（トリマラン）		2020 年にコンテナ船では一部実用化
	船体抵抗、粘性抵抗低減	摩擦低減塗料、空気膜法、空気潤滑法 船首形状改良		
推進系	プロペラ改良	CRP、遊転プロペラ ポッド推進 二軸化		CRP とポッド推進のハイブリッド化で効果増
	省エネ付加物	プロペラ前後への省エネデバイス装着		
	外乱エネルギー利用	帆走技術（帆）、帆走技術（高揚力帆）		補助的動力元として利用
運航・保守系	運航面の高度化	ウェザールーチン 陸電利用 配船計画の高度化、陸上輸送を含めた運航最適化		ウェザールーチン＋運航管理を含めた最適化により更なる削減を目指す
	運航支援の高度化	シームレス物流のための接点機能改善 港湾荷役機器改善 メンテナンス最適化		

3. 中長期的なGHG戦略

中長期的な戦略を検討するに当たり、次のように国際海運分野における排出量削減についての考え方を整理し、研究開発について議論する上で目標とすべき削減率を設定した。

- ★ 国際海運が世界経済の中で果たしている役割の大きさや、他の輸送モードと比較した場合のトンマイルあたりのGHG排出量の小ささ等を考えると、他分野と同様に対現状比半減ということが適切か否かは議論の余地があるが、削減に向け十分な努力が求められることは異論を挟まない。
- ★ 多くの削減対策については、燃料コストの削減等、船社、荷主ひいては消費者の利益にも繋がるものであり、経済原則の観点からも、高い目標設定が望まれる。
- ★ IMOによるスタディ⁷の結果、2050年時点の荷動量は中位に見積もって2007年比約3倍となり、何ら対策を講じなかった場合には、2007年のCO2排出量8.4億トンが2050年には約20億トンに増加と推定。2050年までに現状比でGHG総排出量を50%削減するとの大目標⁸に沿って、2050年時点で全体排出量を半減させるためには、トンマイル当たり80%以上の削減が必要。この数値を研究開発上の目標と設定する。

前述の短・中期的な技術開発の中心となる現在の技術の延長線のものだけで、このような目標を達成することは困難なため、排出量削減手段の方向に関する検討が別途必要である。

このため、2050年に至るまでの期間を3つに区切って、それぞれの期間における状況を想定し、その状況に応じるために必要となる技術開発について、ロードマップを作成した。

(1) 2050年までの段階的な状況とそこで必要とされる技術の推定

- ① Tier 1 (~2020年)：短期的技術開発結果を採用した新造船の建造又はこれらの技術のうち可能なものの現存船への適用によりGHG排出量をトン・マイルベース30%削減

- ◆ IMOのSO_x、NO_x規制強化等により、重油から船用軽油への転換が進む。
- ◆ 原油コストが再度上昇を始め、運航の経済性に対する要求が高まる。減速航行が速達性の求められない一部航路で定常的に実施されるようになる。

⁷ Prevention of Air Pollution from Ships – Second IMO GHG Study 2009 (MEPC 59/INF.10)

⁸ 北海道洞爺湖サミット首脳宣言(2008年7月)において「我々は、2050年までに世界全体の排出量の少なくとも50%の削減を達成する目標というビジョンを、UNFCCCのすべての締約国と共有し、かつ、この目標をUNFCCCの下での交渉において、これら諸国と共に検討し、採択することを求める。」とされている。

- ◆ 原油に対するLNG 価格が相対的に低下し、外航海運でもLNG 船以外にタンカー等の船内空間に余裕のある船舶を中心に LNG 利用が進む。
- ◆ GHG 削減に対する社会的関心や、環境税などの導入開始の中、GHG 削減に対する要求が高まり、一部の先進的な船社では GHG 排出削減に対する積極的な取組が開始される。

【必要と考えられる技術】

- ◇ 排熱回収・動力還元等を組み合わせた既存機関の更なる効率向上
- ◇ LNG の利用拡大（デュアルフューエルエンジン等）
- ◇ 現存船のフィン、プロペラ等改良
- ◇ 新造船船型（船首、船尾）最適化
- ◇ 低摩擦塗料、空気潤滑法等による抵抗低減
- ◇ 最適運航のための機器類の性能向上及びシステム開発
- ◇ 減速航行を含む運航計画の最適化

② Tier 2（～2040 年）：短・中期的技術開発結果に加え、更なる削減技術の採用により、新造船でトン・マイルベース 60%削減

- ◆ 原油コストは現状の2倍程度に達し、運航経済性に対する要求が更に高まる。
- ◆ 外航海運部門についても、GHG 削減の目標が設定され、高排出船には炭素プレミアム⁹が課せられる。
- ◆ このような状況の中、コンテナ船のようなコスト負担力の高い船舶においては、高効率、ハイテクな省エネ・環境対応船舶の導入が進められる。
- ◆ コスト負担力の高くない、一般のバルク船等では、減速航行導入が更に加速する他、バイオ燃料の供給状況、供給コストによっては、その利用が急激に進む。
- ◆ 陸上輸送等も加えた輸送プロセス全般にわたる船隊単位での総合的な運航／輸送管理が実施され、航行速度、利用船舶の最適化が図られる。

【必要と考えられる技術】

- ◇ 高効率ディーゼル機関と蓄電池（一部は燃料電池）とのハイブリッド化
- ◇ ポッド推進の発展
- ◇ バイオディーゼル燃料（次世代）の活用
- ◇ 陸上輸送も含めた輸送プロセス全体に対する船隊としての総合的な運航管理

③ Tier 3（～2050 年）：新造船はゼロ・エミッション船を目指し、トン・マイルベース 80%削減

⁹ 過度のGHG 排出に伴う懲罰的な課金

- ◆ 原油コストは現状の3～4倍程度に達し、非原油由来の燃料への転換が急激に進む。
- ◆ 外航海運部門のGHG削減について、新造船に関してはゼロ・エミッションもしくはそれに近い目標が設定され、既存船についても、高排出船には高額な炭素プレミアムが課せられる。
- ◆ このような状況の中、燃料電池船、全電気推進船、原子力船などのゼロ・エミッション船の導入が進められる。
- ◆ バルク船では、超大型・低速航行船などの新コンセプト船の導入が進む。
- ◆ 運航／輸送管理には陸上における生産／供給工程等も融合され、船社の枠を越えた総合的な運航／輸送管理が実施される。

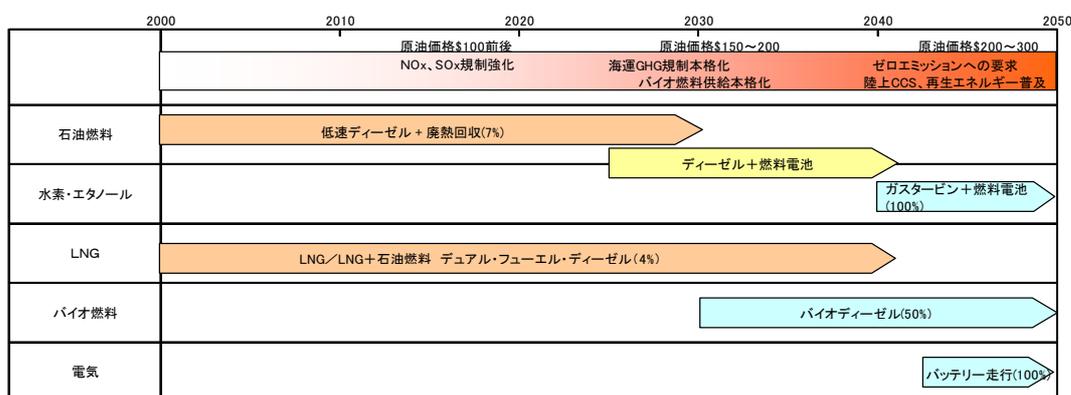
【必要と考えられる技術】

- ◇ ガスタービン・燃料電池ハイブリッド電気推進船
- ◇ 水素又はアルコール燃料（エタノール等）を用いた電気推進船
- ◇ バッテリー走行を中心とした全電気推進船（定置発電（陸上、海上）とCCS(Carbon Capture & Storage)の組合せ、船上自然エネルギー発電による補完）
- ◇ 超大型・低速推進船

(2) GHG排出削減技術開発に関するロードマップ

前述(1)の期間の技術を確立するため、あるべき技術開発について、分野毎にロードマップを作成した。(◆◆◆の色分けは、それぞれ Tier 1,2,3 に対応)

① 主機・補機系技術



【概観】

基本的には、将来の荷動量予測より、化石燃料由来の動力源に依存している状況では、2050年で総排出量半減目標を達成することは不可能であるために、抜本的な動力系の転換が必要となる。具体的には、船用ディーゼルから、多様な燃料・機関が現れ、最終的にはゼロ・エミッション船へと収斂することとなる。

NOx等規制に対応するための船用軽油など改質石油を燃料とするディーゼルエンジンは、現在の主流であるが、当面、排熱回収技術などにより、より省エネルギー化、低燃費化を進める。また細かい負荷調整が可能なポッド推進(エレクトリックディーゼル)とのハイブリッド化により全体効率を向上させる。また、LNG(デュアルフューエルまたは専燃)も短距離船を中心に、LNG運搬船以外にも導入・普及が広がる。また、DME¹⁰、GTL¹¹などの代替燃料は、石油需給の逼迫度等によっては導入が進む。

2020~2030年頃からは、発電分野における燃料電池技術の成熟を待って、ディーゼルと燃料電池のハイブリッドに置き換わり始めるとともに、バイオディーゼルの導入が部分的に始まる。

2050年頃には、自然エネルギー起源の水素・エタノール燃料電池やCCS陸上発電や自然エネルギーによる完全バッテリー走行の導入が開始される。

【主要技術】

◆ 低速ディーゼル+排熱回収

低速2ストロークディーゼルエンジン、排熱回収による電力の推進利用(ハイブリッド化)による省エネルギー化の普及を目指す。

¹⁰ Dimethyl ether (ジメチルエーテル): 天然ガスや石炭等からつくるLPガスに似た液化ガス

¹¹ Gas to Liquid: 天然ガスを化学反応により液体燃料に変換したもの

2ストロークディーゼルエンジンの効率向上に関する技術として、電子燃料制御や過給器等の各構成要素の効率向上、排熱エネルギー回収技術及び回収エネルギーの推進利用のための技術（電気変換、蓄電、モータ技術）が上げられる。

蓄電技術については、陸上技術で実績のあるリチウムイオン電池が主流となると考えられるが、今後、電気二重層キャパシタの大容量化が進めば、その利用もあり得る。

◆ LNG・石油燃料デュアルフューエル・ディーゼル

従来から、LNG 運搬船では、タンクから蒸発器を通し気化させたガス（Boil off gas）を燃焼システムへ供給、蒸気タービン機関推進が採用されてきているが、重油価格の高騰、そしてNO_x等規制に対応するために、一般船の石油燃料とLNGのデュアルフューエル・ディーゼルへの転換が進む。

◆ ディーゼル+燃料電池（ハイブリッド）

ディーゼルエンジンと燃料電池あるいは蓄電池とのハイブリッド化による部分電化を進めたポッド推進を想定。

バイオ燃料の普及が徐々に進むとしても、本期間では、国際海運でのエネルギー供給の大半を占めるのは、依然として石油燃料であろう。したがって、NO_x等規制に対応した改質石油燃料ディーゼル機関が主流となるが、GHG排出削減を加速させるために、エンジン出力のうち一部を電気動力に転換する主機関への転換が望まれる。これは将来の全電化に向けた段階的な移行の最初のステップとなる。

推進技術については、スーパーエコシップに利用されているポッド推進の大型船への転換、ハイブリッド効率向上が課題である。

また、燃料電池については、自動車用あるいは小型機器、家庭用コジェネ用途で開発が急速に進む固体高分子形燃料電池（PEFC）から導入が進むが、その出力規模により、いずれ定置用発電用である熔融炭酸塩形燃料電池（MCFC）や固体酸化物形燃料電池（SOFC）が有望となる。また、燃料としては、この時期では天然ガスが主流となる。

◆ ◆ バイオ燃料

陸上運輸部門においては、石油由来燃料から段階的にバイオ燃料への転換が始まりつつあるが、将来、海運部門においても、重油・軽油等からバイオ燃料¹²への転換が訪れる可能性がある。そのような情勢になった場合に、船用エンジン側でも、バイオ燃料に適合しうるディーゼルエンジンへの技術改修を進める必要がある。この場合には、燃料成分の変化に伴う、触媒の改善、部材の対変質性などの改修が必要となるが、主機関の抜本的な転換を必要とせず、燃料供給インフラおよび海運部門への燃料供給が順調となれば、普及への障壁は他の新機関への転換と比べ低いと言える。

¹² 平成19年2月バイオマス・ニッポン総合戦略推進会議における農水省試算によれば、2030年ごろには600万キロリットルのバイオ燃料の生産が可能とのことであり、IEAの予測によれば、2030年における一次エネルギー供給量として、石油換算で16億トンが見込まれている。

Tire2 より、全体の 10~15%程度がバイオ燃料船に置き換えられ、Tire3 では、30~40%程度の普及率を目標とする。

◆ ガスタービンハイブリッド機関

Tier 2 において、船舶用燃料電池技術が徐々に成熟するが、更なる GHG 削減に向けて、低 GHG 排出燃料やカーボンニュートラル燃料への転換が必要となる。そこで、小型発電として技術開発が進む高効率のガスタービンと燃料電池の複合発電を主機として採用する新造船の登場が望まれる。推進技術については、ポッド推進を想定。

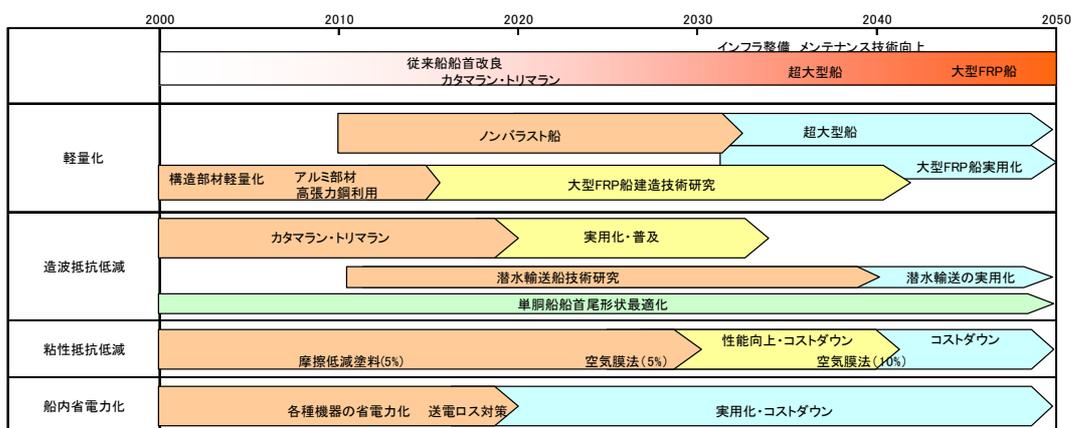
燃料としては、今後のインフラ整備、あるいは社会でのエネルギーシナリオに依存するが、水素あるいはエタノールを代表とするアルコール燃料を想定する。

◆ 全電気推進船（燃料電池又はバッテリー航行）

ディーゼルエンジン・燃料電池ハイブリッド、ガスタービン・燃料電池ハイブリッドの発展型として、燃料電池船の導入が考えられる。自動車においても、燃料電池自動車はコスト面から導入の目処が立っておらず、現状では、燃料電池の主機としての導入はエネルギー供給、燃料の搭載方式など不確定な要素が多い。新たな燃料電池技術の開発、水素の供給技術等のブレークスルーが求められる。

バッテリー航行を中心とした全電気推進船については、徐々に実海域での試験船が登場する。発電は定置発電（陸上、海上）と CCS の組合せにより GHG 排出フリーとなる電力、あるいは船上自然エネルギー発電による補助発電、さらに、洋上発電プラットフォームの整備を促進し、電源確保を行う。プラグイン電気自動車用で技術が牽引される蓄電技術は、現在の 100Wh/kg というエネルギー密度を技術開発により、2030 年以降では、その 5 倍まで高めることが目標とされている。

② 船体・船型系技術



【概観】

全体の大きな流れとして、超大型・低速走行船などの新コンセプト船の導入、あるいは短距離船でのマルチハル船型などの導入がある。

技術は大きく分けて、軽量化技術、造波抵抗低減技術、粘性抵抗低減技術、そして船内省力化技術の4つが上げられる。軽量化については、FRPの導入が有望なアイデアである。

造波抵抗低減技術については、単胴船の首尾形状最適化などを継続して行うほか、新技術として、双胴船、三胴船などの高速航行を目的とした船型の外航船での実用化、更に将来技術としては抜本的な抵抗削減として、例えば潜水輸送船など全く新しいコンセプトの船舶についての技術開発の着手が期待される。

粘性抵抗低減については、塗料技術、空気潤滑法、空気膜法などの性能向上、そしてコストダウンが期待される。

船内省エネ機器の導入は現在も進められており、比較的早い時期に技術は成熟するであろう。

【主要技術】

◆◆◆ 大型化

船舶の大型化、例えば長さ L を大きくすることにより、造波抵抗を軽減することができる。また、同一距離間での燃料消費は速度の2乗に比例するため、航行速度を落とすことはCO₂排出量の削減に効果的である。したがって、船舶の大型化と経済速力運航によりGHG削減を目指すことは合理的である。減速運航については既存船においても適用可能であり既に実施されている。

大型化のメリットは、大型化することによる造波抵抗低減効果、減速航行による荷動き鈍化を防ぐ効果が考えられる。現在も大型化が進んでいるが、更に大型化を目指すならば、ハブ港ネットワークの整備や超大型船対応の建造・修繕ドックなどのインフラ整備が必要となる。

◆ 双胴船、三胴船

双胴船（カタマラン）、三胴船（トリマラン）については摩擦抵抗、造波抵抗が大きいという課題を克服し、近年超細長双胴船（SSTH：Super Slender Twin Hull）や波浪貫通型双胴船（ウェーブピアサー）などが開発され実用化に至っている。双胴船、三胴船の特徴としては、高速運航に適していること、甲板面積を大きくすることが可能であることなどの長所がある。一方で、船体内部に貨物積載スペースを確保することができないことや、旋回性能が悪いという短所がある。2020年頃までに双胴船・三胴船の大型輸送船が開発されるが、高速輸送の対象となる貨物や航路の需要（航空貨物との競争を含む）が普及の鍵となる。

◆ バラスト水低減

船舶の軽量化と生態系保護の観点からバラスト水処理装置の性能向上やノンバラストに関する研究が進められている。バラスト水の浄化についてはバラスト水処理装置の搭載義務が課され、2010年～2015年には実用化される。しかしながら、バラスト水処理は停泊時に処理を行うこととなるため、停泊時間がこれまでより長くな

り、運航管理の高度化を妨げる要因となり得る。バラスト水を最小限（究極はノンバラスト）とする船舶の開発が進められる。

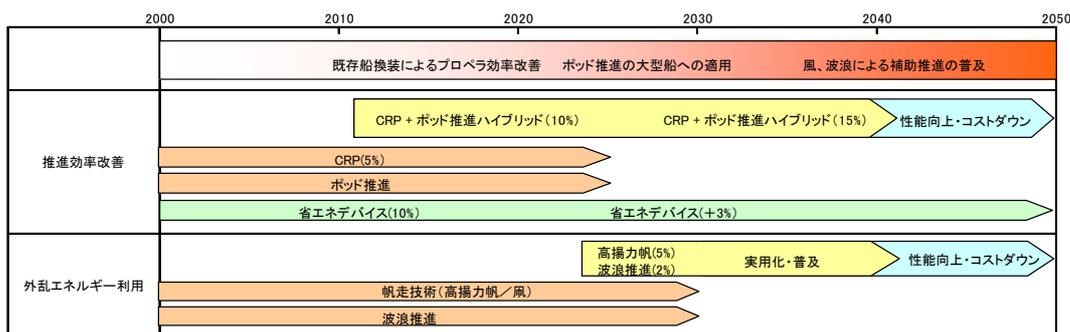
◆ ◆ 大型 FRP 船

現在は強度面から長さ 70~80m の船舶が限界であるといわれている。タンカー・バルカー級の大型船の FRP 化には強度面をはじめ課題が多く各種研究が進められている。2050 年前後の実用化が期待される。

◆ ◆ 船体表面摩擦軽減

船底に薄い空気膜を張ることにより摩擦抵抗を低減する空気膜法や微細気泡で船底を覆う方法が研究されている。実験レベルではあるが、5%程度の省エネ効果を得られることがわかっている。2030 年ごろまでに 5%省エネを達成し、その後性能向上・コストダウンを行い 2050 年までに 10%程度の削減を目指す。摩擦低減塗料については、すでに実用化しており 5%程度の削減効果が得られている。今後は性能向上・コストダウンが求められる。

③ 推進系技術



【概観】

全体の大きな流れとして、当面は既存船等のプロペラ効率改善技術であるが、ポッド推進技術の大型外航船への適用が中心的な技術となる。

推進系技術では、プロペラ周りの改良が当面の技術の主流となり、かつ GHG 排出削減に対して相応の期待が持たれている。その後、風力や波浪等の外乱エネルギーによる推進補助にも期待が持たれる。

【主要技術】

◆ ◆ CRP, ポッド推進

CRP (Contra-rotating propellers : 二重反転プロペラ) は、2組のプロペラを前後に配置し、それぞれのプロペラを逆方向に回転させることで、プロペラ効率を向上させ高出力を得る技術である。ポッド推進は回転楕円体の中に電動モータを内蔵し、船内に納めた旋回装置で回転させることができる推進装置である。CRP とポッド推進を併用したシステムも開発されている。タンカー・バルカー、コンテナ船への適用に向けて研究開発が進められている。2025 年頃から普及しはじめ、当初は 5~10%

の削減、その後は性能向上・コストダウンにより 2040 年ごろには 10~15%削減を目指す。

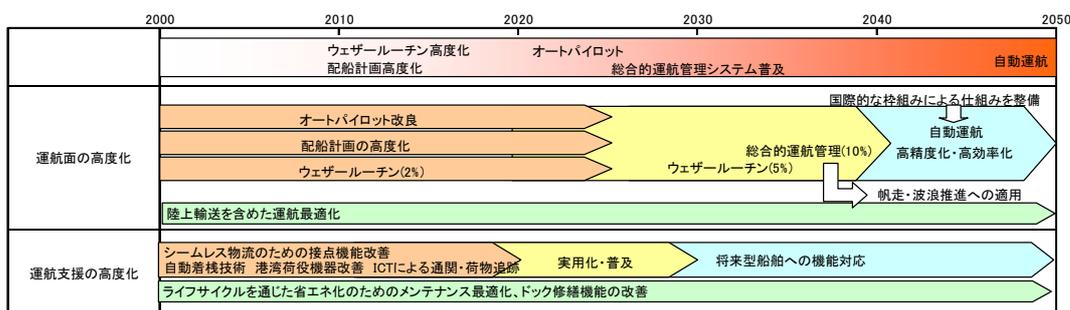
◆ ◆ 省エネデバイス

プロペラ前に装着するリングやプロペラの後ろに装着するものなど各種検討されてきた。頭打ち感があるが、各種技術との組み合わせや船体形状の変更による効率の変化に対応していく必要があり、今後も引き続き研究されていく分野である。現時点までで 10%程度の低減が達成されており、今後の上積みは 3%程度と考えられる。

◆ ◆ 帆走技術

風力による推進力を補助的に利用し GHG 削減効果を得る技術であり、帆を利用する方式と高揚力複合帆を利用する方式がある。帆を利用する方式については既存船に適用可能であり、一定の削減効果もあるが、着岸時の帆のハンドリングに課題が残る。高揚力帆については、新造船での適用となる。コンテナ船では甲板上への設置が困難であるため適さない。実用化・普及は 2030 年以降と考えられ、削減効果は最大 5%程度と考えられる。

④ 運航・保守系技術



【概観】

この分野は、現在も既に実用化に向けた技術開発が進められており、単船の航路・運航最適化から、配船や貨物（コンテナ）の最適化などの運航会社における総合的運航管理、そして他の輸送部門（陸上、航空）を含めた物流全般としての最適化が求められる。

【主要技術】

◆ ◆ 運航管理の最適化

単一船舶の運航においては、荷役や運河通航等のスケジュールに合わせて到着するようスケジュール管理を最適化することで沖待ち時間の低減を図る。これにより航海速度低減が可能となる。多数の船舶の組合せを考える場合、配船計画の高度化及び船腹数増大により航海速度の低減を図る。

短期的には既存船での減速航行を目指す。減速航行には排気系へのカーボン堆積、ピストンリング・シリンダライナの低温腐食などの悪影響もあるため、長期的には減速航行に適したエンジンの開発が必要となる。

〈運航管理に係る技術要素〉

- 単一・多数船舶系での最適化
- 船腹数の最適化
- 港湾・運河スケジュール管理システムの高度化
- 給油地点の調整やバラスト水量の低減による船舶軽量化
- 配船計画の高度化
- 荷役システム改善
- 自動離着棧技術の高度化
- 陸上輸送との結節による物流のシームレス化
- ライフサイクルを通じた省エネ化のためのメンテナンス最適化
- メンテナンス最適化のための修繕ドック機能の向上
- 減速航行に適したエンジンの開発

◆◆◆ 航路最適化

ウェザールーティングは波浪、風、海流等の気象・海象が船速・燃費に与える影響を計算し、航路を最適化する技術であり、すでにサービスは広く普及している。しかしながら、時間短縮目的に利用されているものであり、回転数制御目的での活用は一部で始まったところである。

最適航路選定については北極海新航路開通¹³による燃費削減の可能性も考えられる。

〈航路最適化に係る技術要素〉

- 気象・海象予報
- 船体応答、速度推定
- 航路最適化計算
- オートパイロット

◆◆◆ 総合的運航プロセス管理

船舶のオペレーションによる燃費削減のうち、短期的な対策として最も効果が期待できるのは減速航行である。しかしながら、減速航行だけでは増加する荷動き量に対応することはできない。減速航行を行いながらも荷動きの効率化、沖待ち船の削減、船腹数の増加抑制を達成するには、到着時間を考慮したウェザールーティング、荷役時間の削減、効率的な配船計画を組み合わせた総合的な運航プロセス管理が不可欠である。ウェザールーティングおよび総合的な運航プロセス管理の高度化、天気予報、海流予測、波浪予測の精度向上が期待される。

¹³ IPCCによると2050年には北極海の北西航路の渡航可能日数が125日に、ACIA(2005)によると2080年には北極海航路の渡航可能日数が90-100日になると予測されており、夏季に限定されるが東京-ロンドン航路(スエズ運河経由)の場合、約40%の航行距離短縮となる。ただし、夏季限定であること、流氷が増加すること、国際法・制度上の問題など実現に向けて解決すべき課題は多い。

(3) GHG排出削減技術の普及に必要なインフラ等に関する調査研究

以上に述べた技術開発案件のうち、有望な項目である代替燃料、最適運航化等のGHG排出削減技術を普及させる上で、海運、造船及び船用セクターのみでは解決できない、インフラ、規則等の課題を併せて調査していく必要がある。

- ① 代替燃料利用に関するインフラ、規則等に関する調査
 - ◆ 代替燃料としてLNG、水素及びバイオ燃料を調査対象
 - ◆ 我が国における陸上関係施設、自動車等への燃料の供給網、供給施設等を調査
 - ◆ 海外の事例について
 - ◇ ノルウェーのLNGを燃料とする内航フェリー
 - ◇ ドイツ・ハンブルグで航行中の水素を燃料とする燃料電池による観光船(Zemship)¹⁴
 - ◇ 米国、カナダのバイオ燃料を使ったフェリー
 - ◆ 関係する安全規則に関する調査
 - ◆ 課題のとりまとめ
- ② 船舶の大型化等のために必要なインフラ、規則等に関する調査
 - ◆ 船舶大型化のメリットのとりまとめ（船種、大きさ、航路等）
 - ◆ 対象港湾のインフラについての現状整理
 - ◆ 港湾インフラについての課題のとりまとめ
 - ◆ 大型化を阻むその他の要因について
- ③ 船舶の運航最適化のために必要とされる公的システムに関する調査
 - ◆ 個別の運航最適化技術から要請される事項の整理
 - ◆ 他の物流モードを含めた物流全般として求められる事項
 - ◆ 検討すべき公的システムについて

¹⁴ 100人乗り観光船。出力48kWの燃料電池2個とバッテリーのハイブリッド型。3日間の運航分として50kgのガス状水素を高圧水素タンクに搭載。



この報告書は、競艇の交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

— 国際海運における温室効果ガス（GHG）削減に向けた総合戦略 —
2009年（平成21年）5月発行

発行 財団法人 日本船舶技術研究協会

〒105-0003

東京都港区西新橋一丁目7番2号 虎の門高木ビル5階

TEL 03-3502-2132

FAX 03-3504-2350

URL <http://www.jstra.jp>

E-mail info@jstra.jp

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。