

【課題名】連携型省エネ船の普及に資する高効率推進システムの最適化と省電力システムを搭載したコンセプトシップの建造と評価(補助)

【代表者】一般社団法人 内航ミライ研究会 鍋島 喜一

【実施年度】令和4～令和5年度(令和6年3月終了)

(1)技術開発・実証の概要

①【課題の概要・目的】

内航船舶は現在5,000隻以上が稼働しているが、国内の建造キャパは多くて100隻程度しか無い。新しい燃料やEV技術が開発されたとしても、内航船舶全てが代替されるまでには相当な時間を要するため、一刻も早くCO₂排出削減に向けた取り組みが必要であり、そのためには①船体形状の変更がなくとも採用可能、②安全性、信頼性がすでに担保、③できれば稼働中の船舶に対応できる技術が望まれる。本事業では様々な実績のある技術を集約し、船舶の運航時、離着岸時、荷役・停泊時と稼働時全体でCO₂排出削減ができる技術を搭載したコンセプトシップの建造と評価を実施。また、一部の技術は、現在稼働中の船舶でも採用できる技術である。

②【技術開発・実証の内容と成果】

○重要な開発要素

A1.【運航時のCO₂削減技術】

速やかなCO₂排出削減のために、船型改良等の大幅な変更を必要とせずとも採用可能な技術が必要となる。そのために省エネ付加物や、CFDによる船体性能推定に基づいた最適設計プロペラおよび省エネ付加物を搭載した。(実用化レベル達成済)

A2.【離着岸時のCO₂削減技術】

従来のスラストでは、真横に移動ができず、また荷役後にバラスト調整時間が必要であった。これを真横移動可、バラスト調整不要のスラストにより、離着岸の時間を短縮しCO₂排出削減を図った。(実用化レベル達成済)

A3.【荷役・停泊時のCO₂削減技術】

電化・デジタル化された各機器が連動して作動するシステムの構築を目指した。本事業では荷役・停泊時に焦点を当て、小出力なバッテリー駆動システムの検証を行った。(実用化レベル達成済)

B. 開発要素のシステム統合と、C. その実証

B. 開発要素は①運航時におけるCO₂排出削減、②離着岸時におけるCO₂排出削減、③荷役時における排出削減に分かれているが、それぞれの要素は独立しており、システム統合に関する課題点は特にないことを確認した。

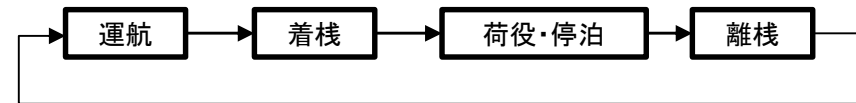
C. 実証に関しては同型船での燃料消費量を計測し、その値と比較してCO₂排出削減量を実証を行った。実証時における課題は特に確認されなかった。

D. 事業化計画

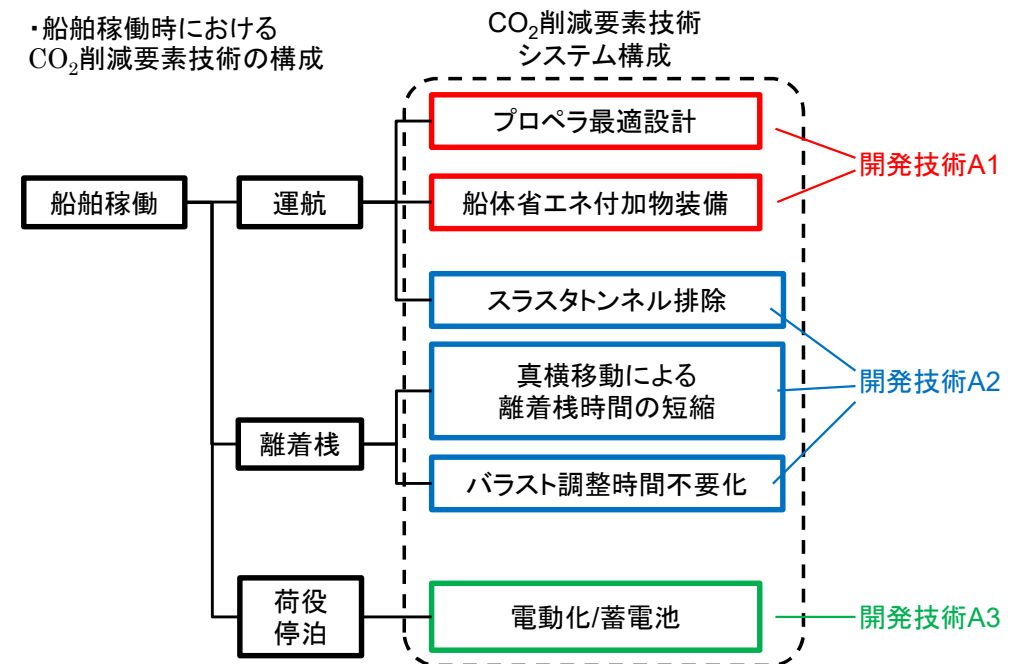
本事業の進捗に合わせて、事業モデル案のブラッシュアップを行った。事業化に向けた高付加価値化を検討した。

③【システム構成】

・船舶の運航サイクル



・船舶稼働時におけるCO₂削減要素技術の構成



④【開発・実証成果のまとめ】

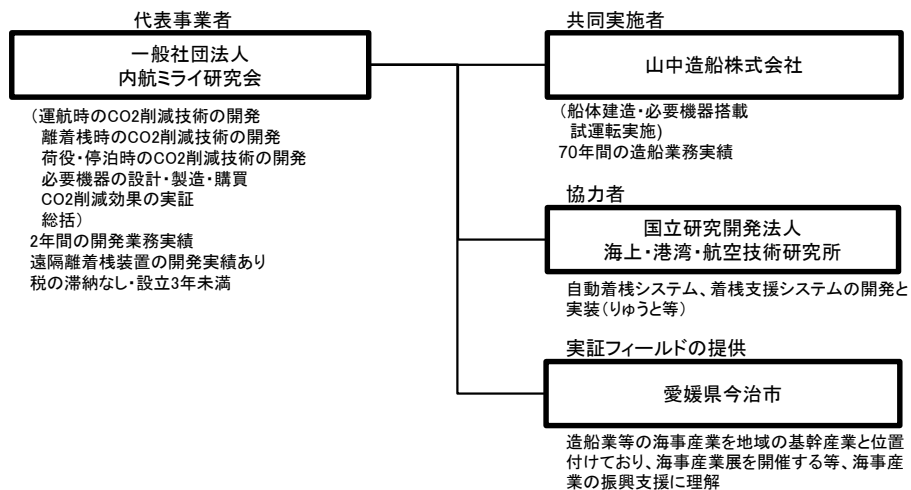
○開発・実証の目標及び達成状況:

当初船舶の運航サイクル全体で12%以上のCO₂削減目標に対し、運航・離着岸・停泊時の省エネ機器を導入することによって、トータル13.9%の省エネ効果が得られた(同型船との実運航結果の比較)。また、計画時の基準船と比較した結果、20.9%の省エネ効果が得られた。本船「國喜68」のEEDI(2013年度比)は、満載時に基準値を30%程度下回っていることを確認、これにより2030年目標船(2013年存在船から-18%の省エネ)よりも高い省エネ性能を有していることを確認した。

○想定ユーザ・利用価値: 内航造船所・現船型の変更なしでのCO₂排出削減の実現

(2)技術開発・実証の実施内容

①【実施体制】



②【実施スケジュール】

単位:千円

	令和4年度	令和5年度
要素技術A1の開発	66,000 (補助 33,000)	
要素技術A2の開発	18,500 (補助 9,250)	
要素技術A3の開発		173,200 (補助 86,600)
C実船での検証	0	3,000 (補助 1,500)
その他経費	71,000 (補助 35,500)	
合計	331,700 (補助 165,850)	

③【成果発表・特許取得状況】

- ・プレスリリース:
バリシップ2023 本船の船舶見学会実施、内航ミライ研究会プレスリリース
意見交換会「内航のミライ2022/2023」開催
- ・マスメディア:
海事プレス、日本海事新聞、内航新聞社、あいテレビ、JRTT(鉄道・運輸機構)殿
YOUTUBEチャンネル
- ・シップオブザイヤー2023 小型船舶部門賞受賞
- ・特許出願 なし

(3)CO2削減効果の評価

【提案時当初計画】

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO2削減量 (t-CO2/台・年)	332.1			
開発品(装置/システム)の耐用年数	20年 バッテリー10年			
年度	2023	2025	2030	2050
単年度CO2削減量 (万t-CO2/年)	0.02	3.99	7.64	8.30
累積CO2削減量 (万t-CO2)	0.02	5.98	35.20	195.94
CO2削減コスト (万円/t-CO2)	453,001	722,674	698,585	674,496

【本資料作成時点見込み】

開発品(装置/システム)1台当たりの単年度CO2削減量 (t-CO2/台・年)	387.5			
開発品(装置/システム)の耐用年数	20年以上 バッテリー10年			
年度	2023 (販売開始年度)	2025	2030	2050
単年度CO2削減量 (万t-CO2/年)	0.02	0.39	8.91	9.69
累積CO2削減量 (万t-CO2)	0.02	0.49	24.90	212.45
CO2削減コスト (万円/t-CO2)	236,459	563,871	543,226	522,581

(4)事業化について

【事業化計画】

- 2023年 運航時のCO2削減システム、離着機時のCO2削減システムの確立
 上記システム実証後販売開始
 レトロフィットでの運航時CO2削減システム販売開始
 荷役・停泊時のCO2削減システムの確立
 上記システム実証後販売開始
- 2025年までに、本システムを軸としたシステムインテグレート製品の普及・営業開始

○事業化の体制

省エネ・省人は広く一般にも普及が求められている技術であり業界に浸透させていきたいが、研究・実験が主体の一般社団法人では販売・サポート体制の確立が難しい。今後のSIM-SHIPやミライシリーズの普及には販売とサポート体制を構築し成果・知財・ノウハウを活かせる新会社(株式会社SIM-SHIP)を設立した。

○事業展開における普及の見込み

- ・対象市場規模： 内航新造船 約100隻/年
 レトロフィット 約5000隻

○年度別販売見込み

【提案時当初計画】

年度	2023	2025	2030	2050
目標単年度販売台数(台)	A1:1, A2:1, A3:0, R:0	A1:20, A2:20 A3:20, R:100	A1:30, A2:30 A3:30, R:200	A1:50, A2:50 A3:50, R:200
目標累積販売台数(台)	A1:1, A2:1 A3:0 R:0	A1:30, A2:30 A3:30, R:150	A1:160, A2:160 A3:160, R:900	A1:1000, A2:1000 A3:1000, R:4900
目標販売価格(千円/台)	A1:40,000 A2:40,000	A1:40,000 A2:40,000 A3:160,000 R:240,000	A1:40,000 A2:40,000 A3:152,000 R:232,000	A1:40,000 A2:40,000 A3:144,000 R:224,000

【本資料作成時点見込み】

年度	2023 (販売開始)	2025	2030	2050
目標単年度販売台数(台)	A1:1, A2:1, A3:0, R:0	A1:5, A2:5 A3:5 R:5	A1:30, A2:30 A3:30, R:200	A1:50, A2:50 A3:50, R:200
目標累積販売台数(台)	A1:1, A2:1 A3:0 R:0	A1:7, A2:7 A3:6, R:6	A1:177, A2:177 A3:176, R:466	A1:1017, A2:1017 A3:1016, R:4466
目標販売価格(千円/台)	A1:40,000 A2:18,500	A1:40,000 A2:18,500 A3:160,000 R:240,000	A1:40,000 A2:40,000 A3:152,000 R:232,000	A1:40,000 A2:40,000 A3:144,000 R:224,000

○量産化・販売計画

- ・2023年 運航時のCO2削減システム、離着機時のCO2削減システムの確立、上記システム実証後販売開始。以降、レトロフィットでの運航時CO2削減システム販売開始、荷役・停泊時のCO2削減システムの確立と販売開始
- ・2024年4月1日 株式会社SIM-SHIP設立
- ・2025年までに、本システムを軸とした製品の普及・営業開始

○事業拡大シナリオ

年度	2023	2025	2030	2050 (最終目標)
運航時のCO2削減技術開発				
離着機時のCO2削減技術開発				
荷役・停泊時のCO2削減技術開発				
レトロフィット技術・普及				

○事業化におけるリスク(課題・障害)とその対策

- ・半導体不足による価格高騰、導入コスト(インセンティブ)
- ・バッテリー利用におけるインフラ設備(陸電)の構築
- ・バッテリーの大容量化に伴う規制対応

コンセプト（独創性・革新性）

- ・ 運航時、離着陸時、荷役時・停泊時の各モードにおけるCO2削減技術を実装
- ・ 連携型省エネ船の普及を目的として、複数の省エネシステムを搭載した「既存船にも適用（レトロフィット）」できるCO2削減技術の開発と普及する内航船。
- ・ 様々な「船員労働環境改善のため技術を搭載」
- ・ 本船は、事業者および環境省、国土交通省、さらに実証フィールドの提供として愛媛県今治市、技術協力として（国研）海上・港湾・航空技術研究所と団体・会社を超えた「連携」

一般社団法人 内航ミライ研究会 連携型省エネ船

SIM-SHIP I mkI



コンテナ型

MIRAI-Battery



デジタル電動ウインチ YOKOMO
デジタル電動ハッチカバー MAKIMO



複数の省エネ装置を組合わせ
最適プロペラと統合設計

Monster Package



全旋回型ジェットスラスト

STEER-jet



運航モードの連携

運航時の推進性能を
最適化する統合設計



会社を超えた連携



造船所：船舶建造

- ※ 設置作図や配置検討
- ※ 機器搭載・工事、試運転



弊会：マネジメント

- ※ 関係者の連携・調整
- ※ 全体とりまとめ



メーカー：最新技術

- ※ 省エネ・省CO2機器
- ※ 事前検討と実証実験

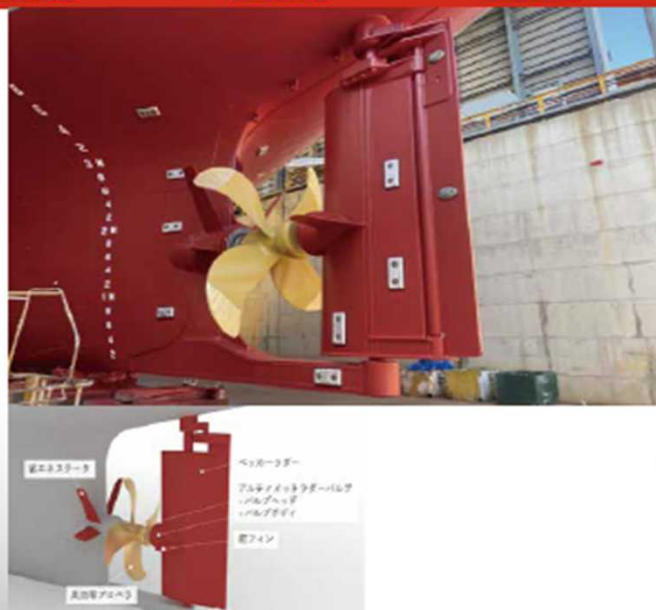


船主：船舶所有

運航時 A1 開発技術 Monster Package

CFDによる船体性能推定に基づいた
最適設計プロペラおよび
省エネ付加物のパッケージ

A1



離着桟時 A2 開発技術 STEER-jet

- ・全旋回スラストにより真横移動可能へ
- ・バラスト調整不要へ
- ・離着桟の時間を短縮しCO2排出削減

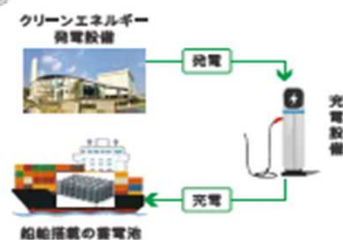
A2



停泊・荷役時 A3 開発技術 MIRAI-Battery

船内発電機と陸電とをブラックアウト
させることなく切り替えることができる
必要最低限のバッテリーシステムを開発

A3



実船での検証 B,C 開発技術 RIKU-SAPO

運航時の主機やスラストなどの異常に
ついて船舶間通信を用いて陸上で
機器を監視する陸上サポートシステム
通常時の運航データや
燃料消費特性のデータも蓄積

B,C

全面協力

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
NMRI National Maritime Research Institute



このような**環境性能と船員労務負荷低減に優れた船舶は、持続可能な物流を支えるために必要不可欠な交通機関であり、今後の技術発展と普及を進めていきたい。**

検証1[姉妹船との削減比較]

RIKU-SAPOで取得した実運航データより、姉妹船「國喜58」と様々な技術を搭載した本船「國喜68」の比較を評価を行った。

船全体のサイクル13.9%削減（※）を実現！

（※）比較対象船「國喜58」就航後7ヶ月間の実運航データと本船「國喜68」の就航後7ヶ月間の実運航データを比較

検証2[2030年目標船との比較]

2030年目標船（2013年存在船から-18%・貨物船・満載時）と本船の実運航データと比較を行った。

2030年目標値よりも高い省エネ性能を実現していることが確認された！

省エネ効果のまとめ

モード	省エネ技術の分類	時間割合 [%]	エネルギー消費割合 [%]	省エネ効果 (モード毎) [%]	省エネ効果 (トータル) [%]
運航 (満載)	高効率プロペラと省エネ付加物による推進効率改善	20.3	48.4	10.2	4.9
運航 (軽荷)		18.9	46.0	11.5	5.3
離着桟	高機能スラストによる離着桟時間短縮	1.6	0.7	20.7	0.1
荷役	高効率機器の採用	6.0	1.0	---	---
停泊	大容量蓄電池搭載	53.2	3.9	90.1	3.5
合計		100	100		13.9



事後評価結果

評価点 6. 0点（10点満点中。（10点：特に優れている、8点：優れている、6点：問題ない、4点：多少問題がある、2点：大きな問題がある））

評価コメント

〔評価される点〕

- ・ 使用期間が極めて長く新造船への転換が難しい内航船の低炭素化に対し、既存船にも適用可能な下記の3つの技術

①プロペラ最適化による運航時のCO2削減技術

②新型スラストによる離着岸時のCO2削減技術

③バッテリー駆動システムによる荷役・停泊時のCO2削減技術

の開発及びそれらをシステム統合した連携型省エネ船を建造し、実運航による評価を実施したこと、目標とする「運航サイクル全体で12%以上のCO2削減率」を達成したことは評価できる。

- ・ 販売・メンテナンスを主体的に担う新会社「SIM-SHIP」を設立し、内航船の低炭素化に向けて開発した連携型省エネ船の普及に取り組む点は評価できる。
- ・ 内航船は外航船と比較して脱炭素化に向けた明確なロードマップがない中で、内航船のCO2削減技術に関する実証データを先駆的に整えたことは評価できる。

〔今後の課題〕

- ・ 荷役・停泊時のCO2削減の観点からは、主発電機の余剰電力によるバッテリー充電の効果は限定的であり、陸上のグリーン電力による充電システムの利用がより効果的である。この観点から、実用化に向けて、陸上電力利用の優先と主発電機の余剰電力利用を含めたバッテリー充電のシステム化及びバッテリーシステムの運用改善によるCO2削減について検討することが望まれる。また、荷役・停泊時のCO2削減評価では、停泊時の発電機の使用可否状況や使用する陸上電力等、影響する要因を明確にした評価方法を示すことが望まれる。
- ・ 連携型省エネ船のCO2削減コストに大きな割合を占めるバッテリー駆動システムのコスト低減が課題であり、その解決に向けて継続的に取り組むことが望まれる。

〔事業化に向けたコメント〕

- ・ 船舶の省エネ技術は、低炭素化だけでなく運用コスト削減の観点から大手海運会社を中心に取組が強化されており市場は拡大傾向にある。一方、省エネ技術への投資回収期間の短縮が求められ、低価格化を進めることが強く望まれる。事業化に向けてはこうしたマーケット状況を意識して、開発技術の機能・優位性・収益性の検証やリスクへの対応を整理し、これらに基づいた事業化計画（販売見込み数や販売価格等）を作成し関係者間で共有することが望まれる。
- ・ 開発した連携型省エネ船が採用されやすい仕組み（脱炭素化に向けた補助金の活用や自治体等からの誘導等の関係諸機関との協力）づくりが望まれる。新会社では、開発成果を内航船に展開する上で必要な技術人材を確保し、コスト低減を図りつつ、受注活動に取り組むことが必要であり、事業化に向けた体制構築計画を具体化することが望まれる。
- ・ 開発技術の社会実装では、造船所や機器メーカーの協力が必要である。事業化計画では「船舶及び機器は各造船所とメーカーが建造と製造を行うため設備投資は不要」としているが、造船所や機器メーカー側で必要な新たな設備投資とその事業化計画に及ぼす影響を明確にすることが望まれる。