

環境省

「令和4・5年度地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル 技術開発・実証事業」

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

発表者

一般社団法人内航ミライ研究会
事務局 浅田 允



一般社団法人
内航ミライ研究会

SIM-SHIP I mkI コンセプト

01

各モードにおけるGHG・CO2削減技術搭載

運航時、離着岸時、荷役時・停泊時の各モードにおけるCO2削減技術を実装 姉妹船と比較し12%以上削減

03

船員労働環境改善のための技術搭載

様々な「船員労働環境改善のため技術を搭載」
離着岸時技術：時間短縮による省力化が労務負荷低減
荷役時・停泊時技術：静音性（安全性向上）
陸上サポートシステム：運転・機器状況の見える化により、正常性の確認を感覚に頼ること無く行える

02

連携型省エネ船の普及を目的とした船舶

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

04

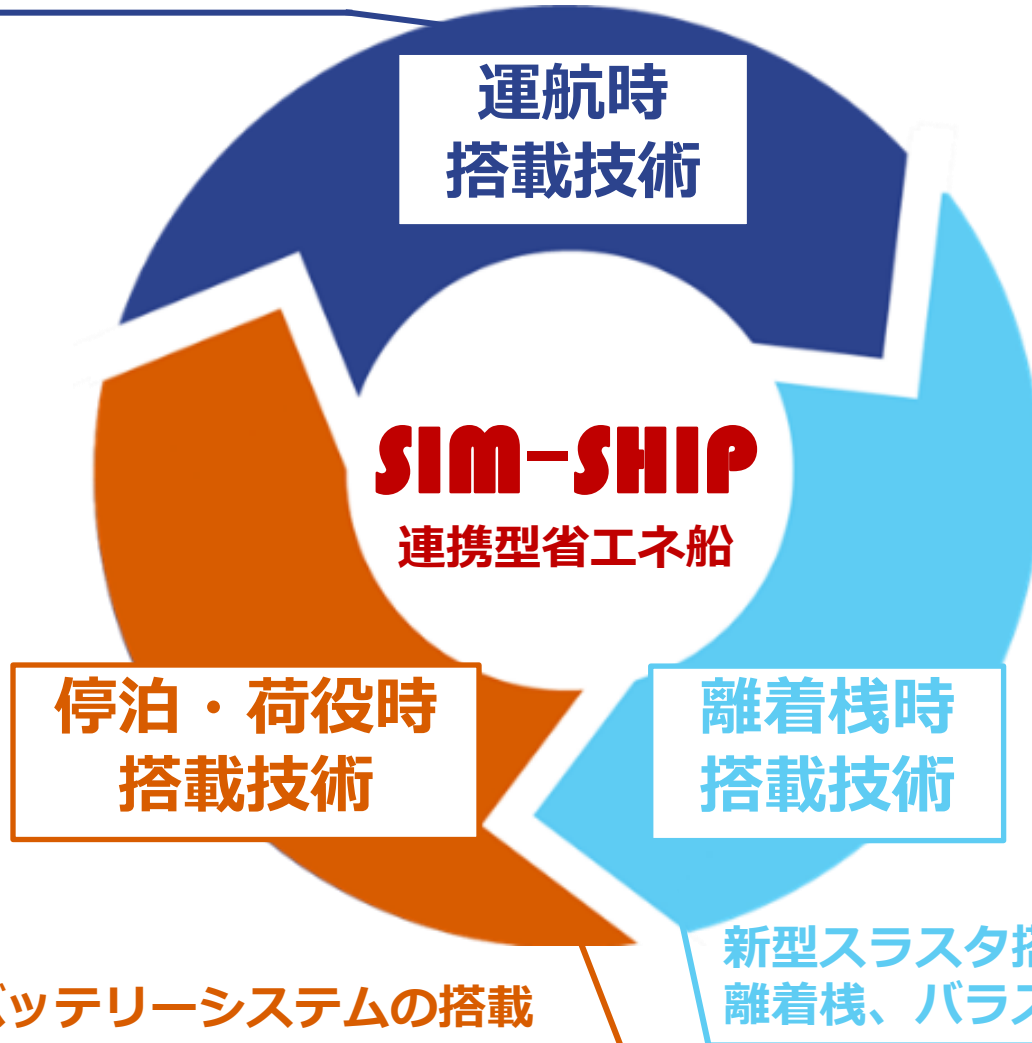
団体・会社を超えた「連携」した船舶

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「連携」した船舶を実現

様々な「連携」と「GHG・CO2削減」および「労務負荷低減」を実現した船舶

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

- ※ 船員労務負荷の低減
- ※ 問題・課題解決

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



GHG・CO2削減および労務負荷低減技術の両立

<GHG・CO2削減技術>

- **既存技術を組み合わせることで完成度と波及効果を高めた。**
- **運航時技術**：CFDを適応し、**船型を変えずに高効率な推進機**を搭載
- **離着棧時技術**：**離着棧・バラスト調整時間短縮**が可能なスラストを搭載
- **荷役時・停泊時技術**：**バッテリーを運用することでCO2削減、甲板機械の電動化により省電力性能が向上（バッテリーにて駆動可能）**

<労務負荷低減技術>

- **離着棧時技術**：**時間短縮による省力化**が労務負荷低減に繋がった
- **荷役時・停泊時技術**：
 - ① **電動甲板機械**→**静音性**（安全性向上）**電動化**（メンテナンス性向上）
 - ② **バッテリー**→機関部の**休息時間確保**と静音性を高め**作業時の安全性向上**
- **陸上サポートシステム**により各機器情報をリアルタイムにデータを受け表示、**運転・機器状況の見える化により、正常性の確認を感覚に頼ること無く行える。**

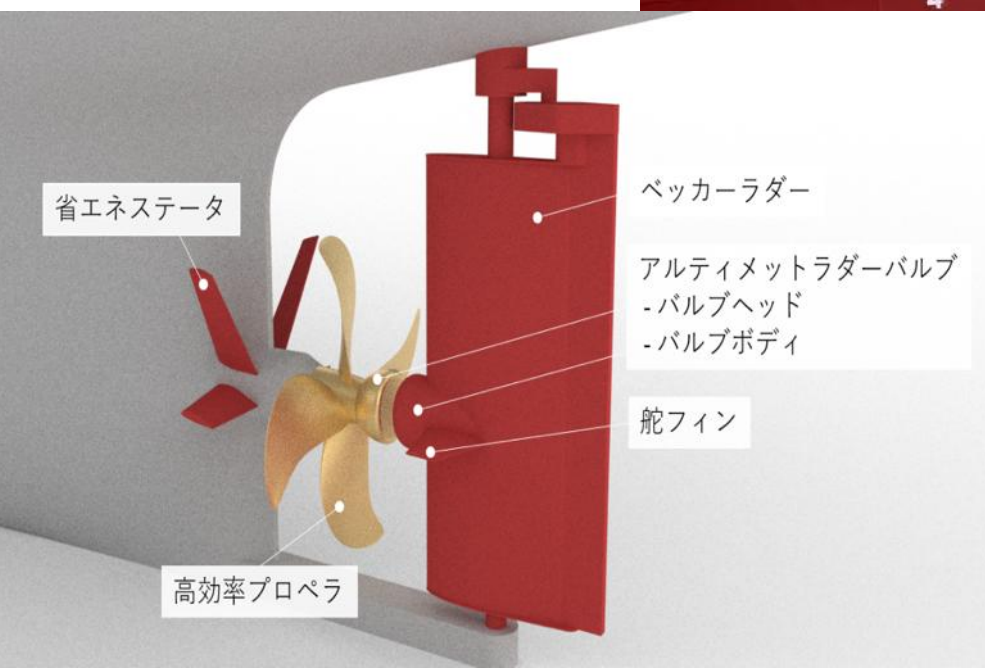
Introduction of
運航時搭載技術





運航時 搭載技術

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

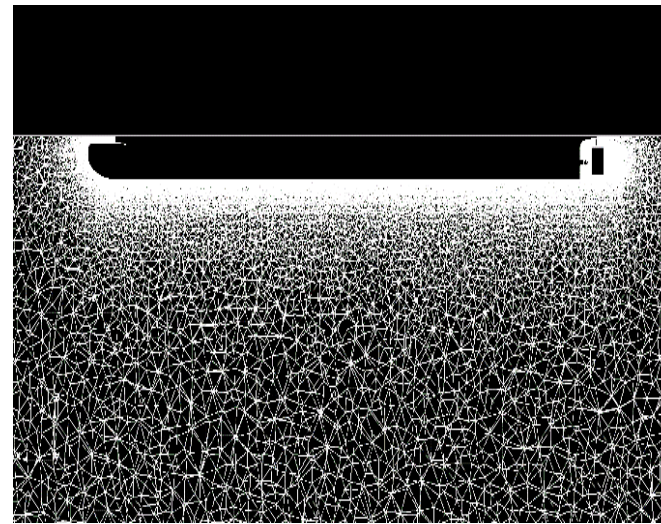
CFDにて推進性能を見える化

CFD（数値流体力学）によって、より精度の高い「流れ場」を推定し、設計にフィードバックさせることで、更なる推進性能向上を図る手法。CFD解析により推進器（プロペラ・省エネ付加物）の高精度な推定・組み合わせが可能に。

実運航での効果検証

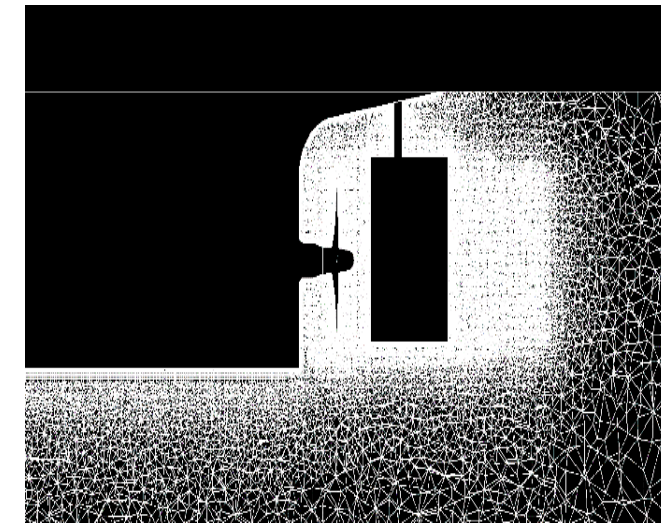
運航時技術を搭載した本船（國喜68）は、最新鋭の姉妹船（國喜58）と比較して下記効果が実運航結果から得られた。

	満載時	軽荷時
実船速	11knot	11.5knot
省エネ効果	10.2%	11.5%

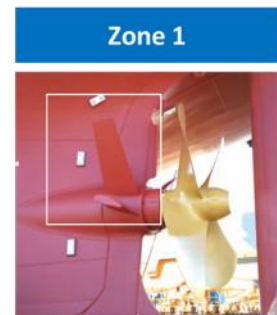


舵フィン

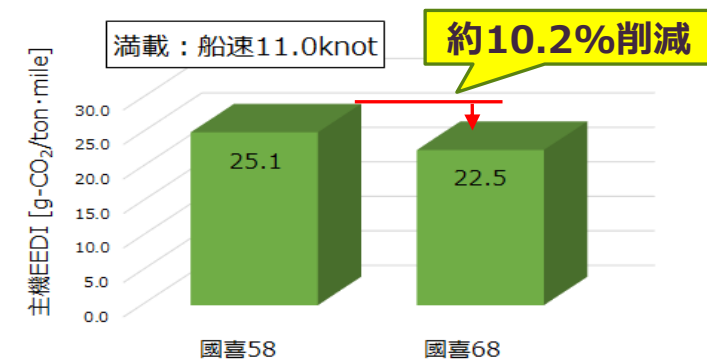
アルティメットラダーバルブ



最適プロペラ

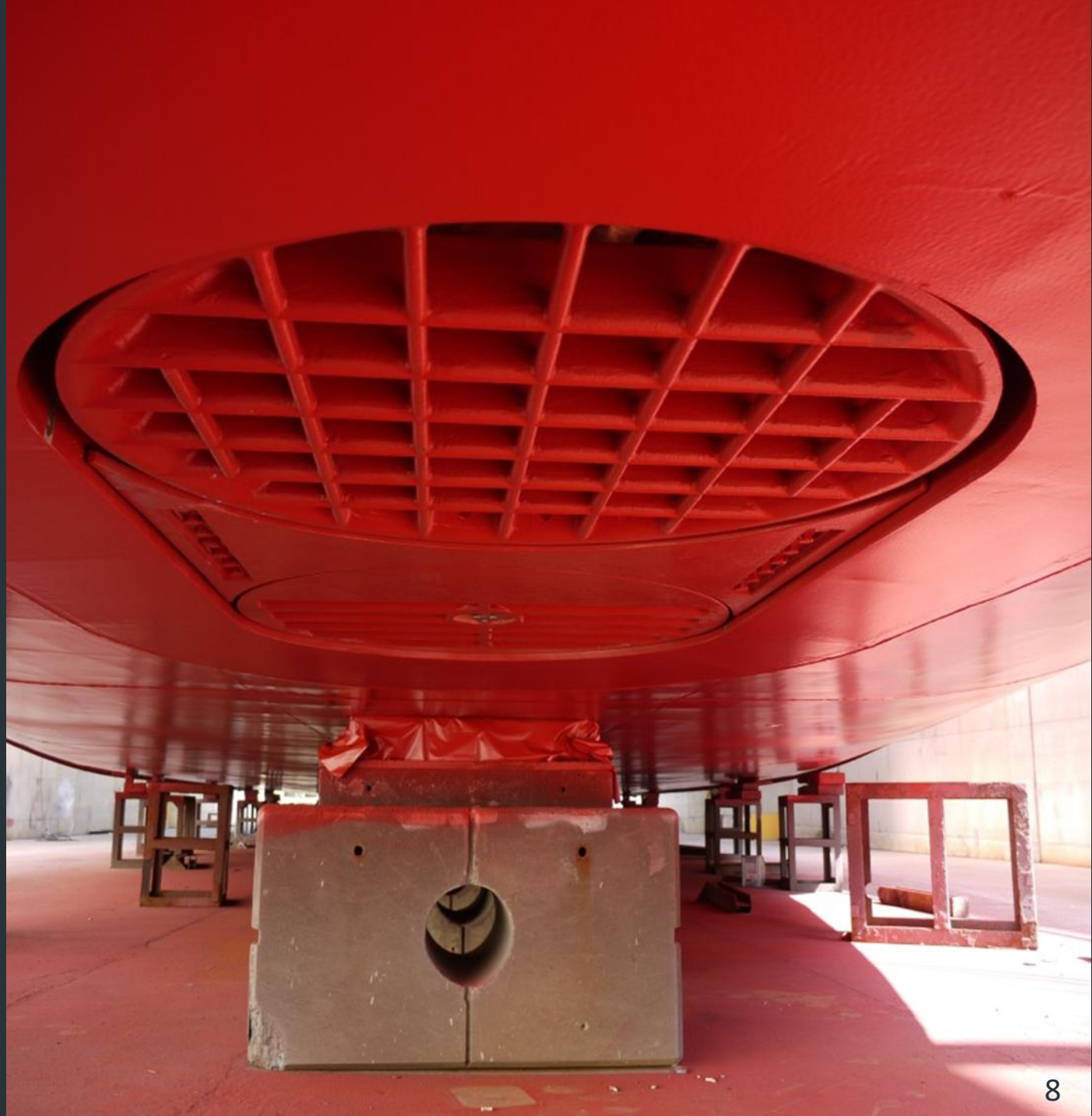


省エネステータ



（※）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

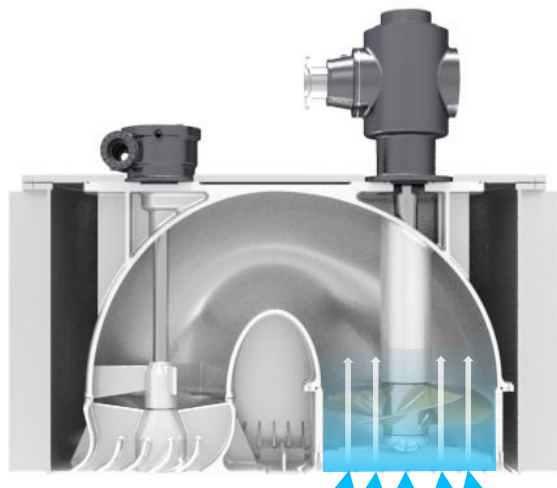
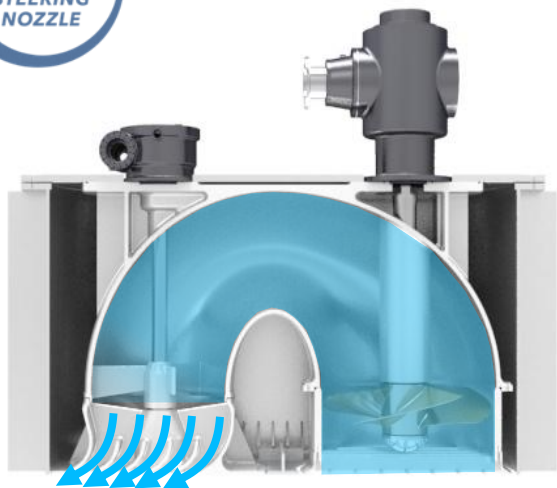
Introduction of
離着棧時搭載技術





離着棧時 搭載技術

STEER-jet



- ・全回転スラストにより真横移動可能へ
- ・バラスト調整時間・離着棧の時間を短縮し
GHG・CO2排出削減
- ・安全性・労務負荷低減

新型スラストの開発

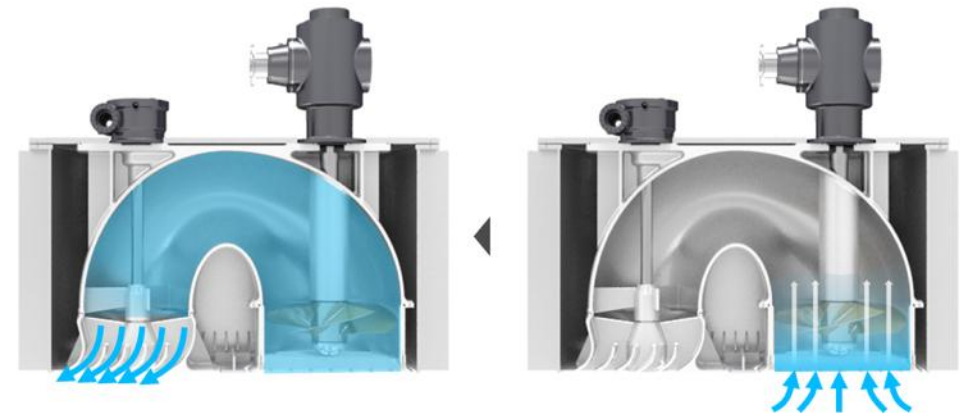
離着機の多い内航船において必要な高い操船性を持つ高機能な横移動するためのスラスト装置。

安全性を第一に、バラスト調整・離着機時間短縮し時間短縮による省エネ・労務負荷低減に寄与。

実証試験および実運航での効果

建造後の計4日間の実証試験にて、バラスト調整時間・離着機時間短縮時間について確認し、離着機・バラスト調整時間を低減できることを確認。離着機の短縮時間を詳細に比較するのは難しい（どこがスタートが不明のため）が、実運航データより、離着機時のCO2削減率は、20.7%（※）であることを確認した。

（※）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



安全性

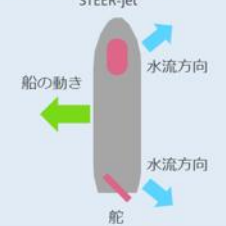
船底からの吸込みでロープなど浮遊物の巻き込み防止に

運航準備時

低喫水でも使用可能でバラスト調整時間・離着機時間短縮に寄与

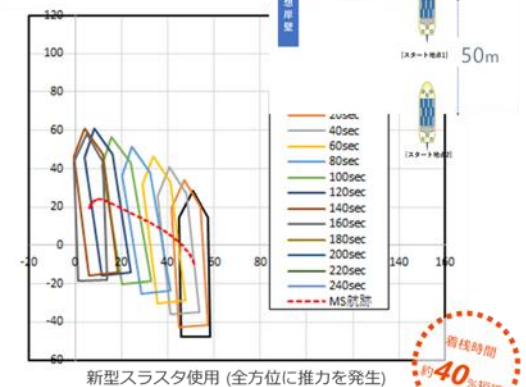
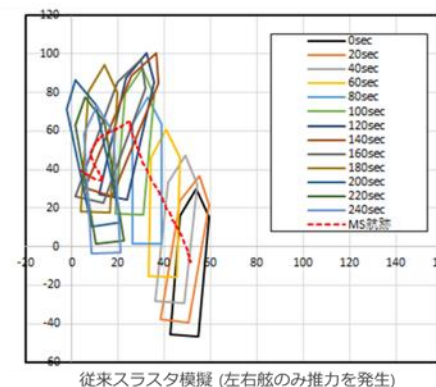
離着機時

360°全周に推力を発生し主機・舵との併用で真横移動も可能高い操船性を実現



実船での岸壁を想定した地点への着機性能比較

海上にて仮想岸壁を設定し、右50m、後方50mの地点からの着機操船を比較



Introduction of
停泊・荷役時搭載技術

① 電動甲板機械



停泊・荷役時搭載技術

① 電動甲板機械

- インバータを採用し必要電力を低減し、バッテリーの電力で駆動が可能に
→発電機の切替不要・休息時間の確保
- 騒音が無くなり船員同士の意思疎通がスムーズ
→声がよく聞こえる・安全性の向上

		油圧駆動	→	電気駆動
電力	船首	37～30kW		22kW
	船尾	30～22kW		18.5kW
騒音レベル		80～90dB		ほぼ無音

船員労務負荷の低減だけでなく、環境負荷低減技術とも連携

デジタル電動ウインチ YOKOMO



デジタル電動ハッチカバー MAKIMO



Introduction of
停泊・荷役時搭載技術

② バッテリー



荷役・停泊時の省エネ技術

- 164kWh相当のバッテリーをコンテナに入れて、ボートデッキに搭載した。これにより、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できる。
- 居住区内の電源と甲板機械（電動ウインチ・電動ハッチカバー）の駆動源で利用でき、主に停泊用発電機の代わりとして利用できる。



コンテナ型バッテリーと監視画面

実荷役・停泊時の省エネ効果

- 陸上設備が十分ではなく、本船就航後に陸電によるバッテリー充電は行われていない。現状では、運航中または停泊中に主発電機によって、バッテリーが充電されるのがほとんどである。
- 停泊時、主発電機を使用する場合、ディーゼルエンジンを運転するための補機電力があり、主発電機は平均55.7kW（最大106kW）で運転している（バッテリー充電をしない場合）。
- 停泊時、バッテリーシステムまたは停泊用発電機を使用する場合、主発電機のディーゼルエンジンを運転するための補機電力がなくなるため、平均10～11kW程度の発電出力で運転している。
- 停泊時,1.主発電機使用と比較した場合,3.主発電機によるバッテリー充電による停泊では一時的に（充電ができる4.1h/day）時間当たりのCO₂排出量は増えるもののバッテリーによる給電時間を合わせるとCO₂を90%削減できることが分かった。

船内電力供給の詳細（約4ヶ月の集計）

No.	停泊時およびLiBの状況	平均発電出力 [kW]	平均燃料消費量 [L/h]	平均CO ₂ 排出量 [kg/h]	停泊時間充電時間 [h/day]	CO ₂ 排出量 [kg/day]
1	主発電機使用（停泊時）	55.7	17.2	46.7	11.8	551.1
2	停泊用発電機使用（停泊時）	11.3	3.5	9.5	11.8	111.7
3	主発電機によるバッテリー充電（停泊時※1）	81.0 (29.8※2)	22.1	60.0 (13.3※3)	4.1※4	54.5
	停泊時バッテリー給電（停泊時）	10.4	0	0	11.8	

※1 停泊時にバッテリーを充電している状況。

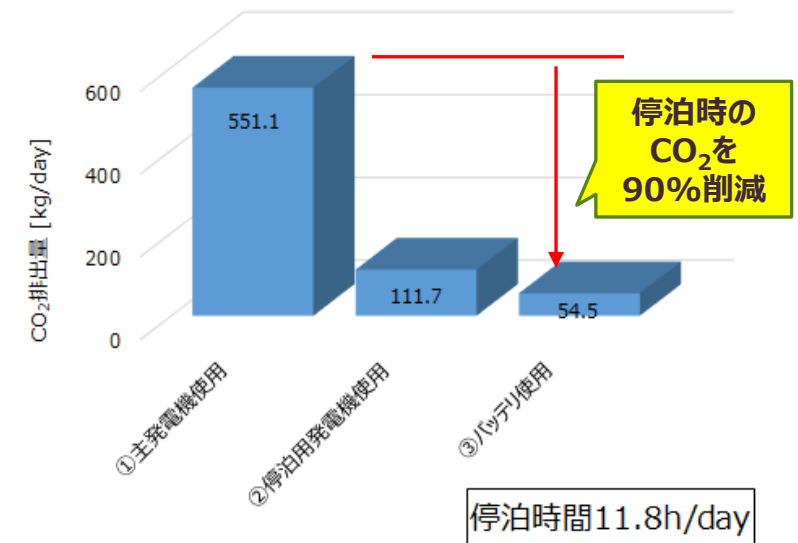
※2 括弧内はバッテリーへの充電出力。

※3

括弧内はバッテリー充電のための燃料消費量。

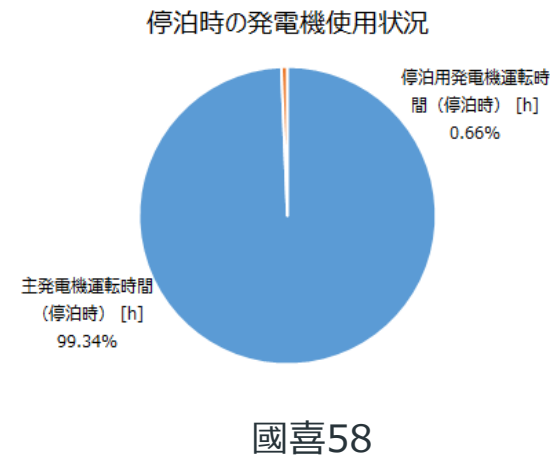
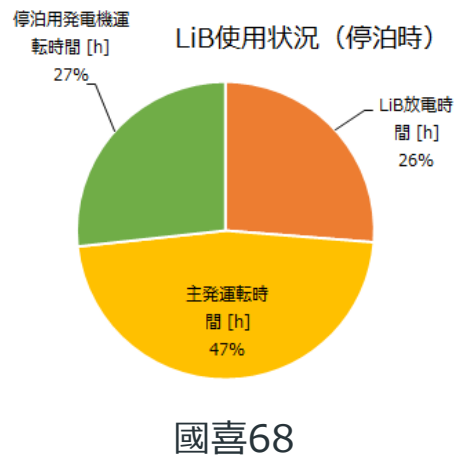
（3.主発電機によるバッテリー充電から1.主発電機使用を引いた数値）

※4 停泊時に使用するバッテリーを充電する時間。



実運航での効果

- 本船國喜68では、停泊時間（**1日平均11.8h**）の26%がバッテリーによる船内給電，47%が主発電機による船内給電，27%が停泊用発電機による船内給電がされている。
- 一方，比較対象船國喜58は，停泊時間（主機停止時）の99%以上が主発電機による船内給電であり，**停泊用発電機はほとんど使われていない**。
- バッテリシステムを用いることによって，**主発電機による停泊よりも大幅にCO2排出量を削減**できる。
- 船内発電設備の仕様や停泊時間が短いなどの運航条件によっては，停泊用発電機が使われない船も多いと思われる。そのような船に対して，バッテリシステムのCO2削減効果は極めて高い。



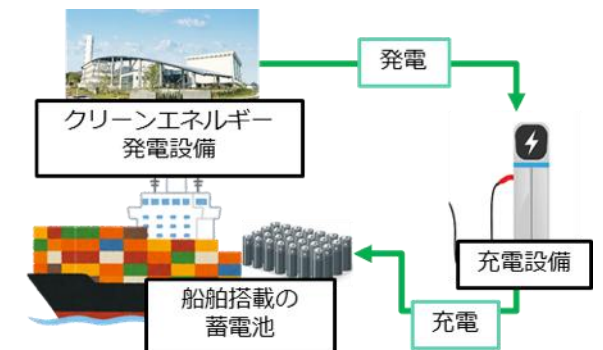
停泊時の船内電力計測例

（※）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

コンテナ型バッテリーの将来展望

コンテナにバッテリーと制御部を入れ、1パッケージ化することで、陸電利用、充電済バッテリーへの積み替えが容易になること、クリーンエネルギーを効率良く充電するサイクルなど、新しいビジネスの創出に期待。

コンテナ型
MIRAI-Battery



社会への波及効果

多くの技術を取りまとめ、造船所と船用機器メーカー、船主、運航事業者が連携して本船を完成させた（システムインテグレート）。一部の技術はレトロフィットで対応できるため、速やかな内航海運業界のCO2削減に貢献できる。

研究・開発

電動化

自動化

遠隔化

省エネ

期待される効果

省力化

省人化

安全性向上

通信技術確立

協調・連携

CO2削減

機器の組合せによる相乗効果

新造船だけでなく
レトロフィットも

- ※ 団体・企業と連携
- ※ 実船舶で実証・実験
- ※ 他の船舶に応用・社会実装
- ※ 実船舶に適用できるコンセプト

業界の課題解決

- ・ 環境負荷低減
- ・ 労務負荷低減

研究開発により生まれた技術を新造船・既存船に適用するため、

2024年4月新会社 株式会社SIM-SHIPを設立

話題性・一般へのアピール度

提案者らは本船並びに本船に搭載した技術の普及活動に努めており、本船の話題性・一般へのアピール度は十分に高い。

2023年5月、**バリシップ2023にて実船を展示、約3300人の方に見学**いただいた。



その他の技術 ～陸上サポートシステム～

本船には、運航状態を船陸間通信にて見える化した監視システム「RIKU-SAPO」を搭載した。**船と陸とが連携して省エネ運航**を図るほか、**陸から船をサポートすることにより船員労務負荷低減に寄与**する取り組みとなっている。

陸上監視システム

RIKU-SAPO

共同開発

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



まとめ①

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。**

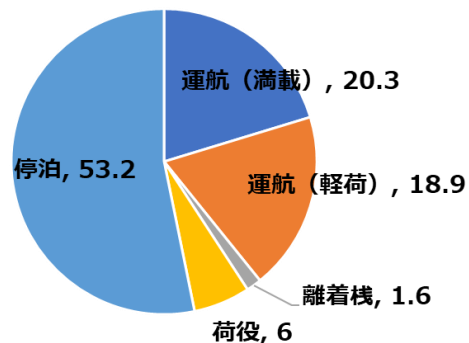
検証1 [姉妹船との削減比較]

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。

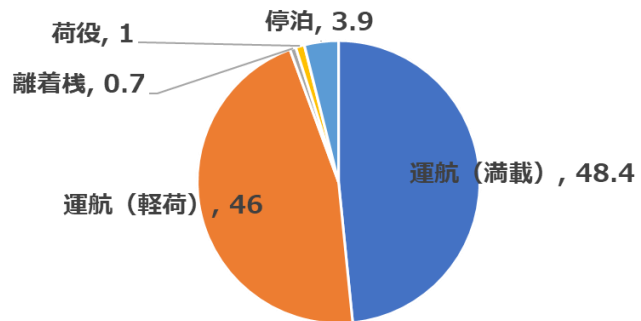
船全体のサイクル13.9%削減（※）を実現！

（※）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

國喜68 実運航データによる各時間割合 [%]



國喜68 実運航データにおけるエネルギー消費割合 [%]



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
離着機	高機能スラストによる離着機時間短縮	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

まとめ②

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。**

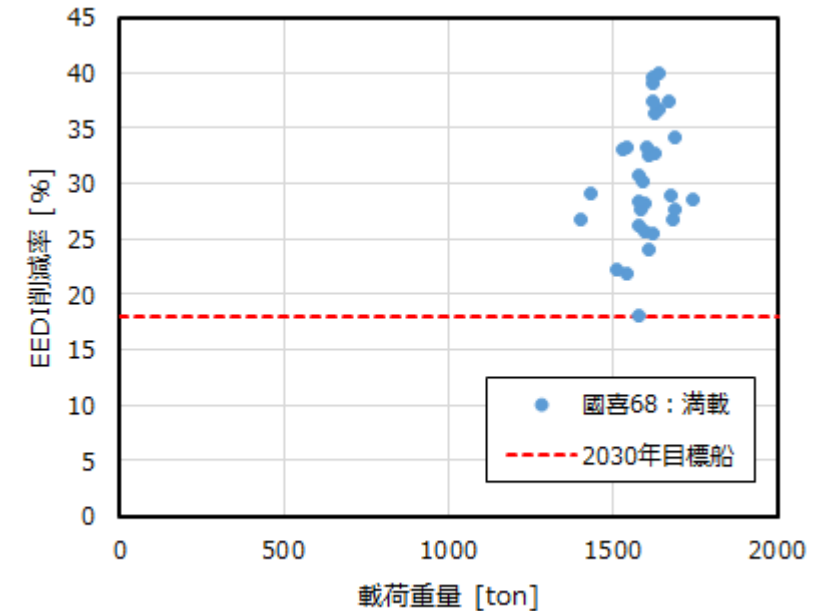
- 鉄道・運輸機構（JRTT）殿より提供いただいた内航船省エネルギー格付制度計算要領の資料より、基準値（2013年存在船・貨物船、満載時）と本船の実運航データを比較する。
- EEDI（載荷重量1tonを1mile運航する際に排出されるCO₂重量）の算出においては、主機燃料消費量と発電機燃料消費量の合計（どちらも実測データ）を用いている。
- 國喜68のEEDIは、満載時に基準値を30%程度下回っている。2030年目標船（2013年存在船から-18%の省エネ）よりも高い省エネ性能を有していることがわかる。

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！

（※）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



2013年基準に対するEEDI削減率
（鉄道・運輸機構殿より基準を提供）



一般社団法人
内航三ライ研究会