

We Go Beyond

省エネ・省力化に挑む
ナカシマプロペラ技術の最前線

NAKASHIMA PROPELLER CO., LTD.

2024/10/22 内航船舶技術支援セミナー
ナカシマプロペラ 岡田

 **NAKASHIMA**



日本の海運・造船業(特に内航船)が抱える課題は多い

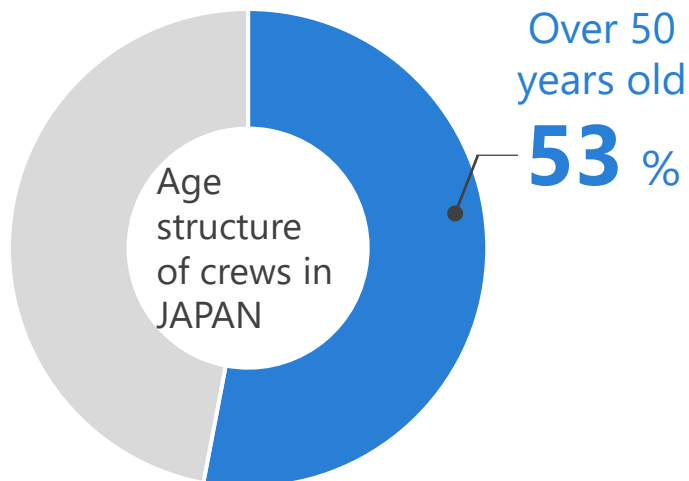
船員不足・
労働時間

人為的事故の
削減

CO2/GHG削減

海洋環境

船員労働力不足の解消へ



内航海運におけるCO2削減目標修正



引用: 国土交通省「内航カーボンニュートラル推進に向けた検討」2021

省力化

省エネ化

に取り組むことで課題解決にアプローチ

CO₂削減率：約20%～

停泊時・荷役時

- ・陸電利用※1
- ・蓄電池の利用

※1 将来の給電インフラの普及により高いCO₂削減効果が得られる技術

運航効率改善

- ・ウェザールーティング
- ・陸上サポート
- ・船速最適化

約8%削減

航行時間短縮

- ・高機能スラスト
- ・特殊舵

※2 省エネと船員労務負担低減・安全性向上を両立する技術

※2 省エネと船員労務負担低減・安全性向上を両立する技術

推進効率改善・抵抗低減

- ・高効率エンジン
- ・高効率プロペラ、省エネ付加物
- ・低摩擦軸受

約13%削減

- ・低摩擦塗料
- ・CFDによる最適設計

(参考) 建造コスト上昇分(試算)：通常の船価に対して約15～20%アップ

注：コストは499GTをベースに算出しているが、コンセプトは749GT等でも活用可能

一般社団法人 内航ミライ研究会 様 連携型省エネ船コンセプトシップ

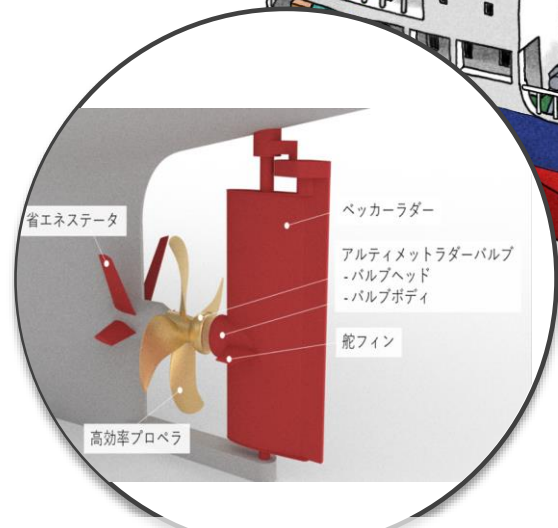
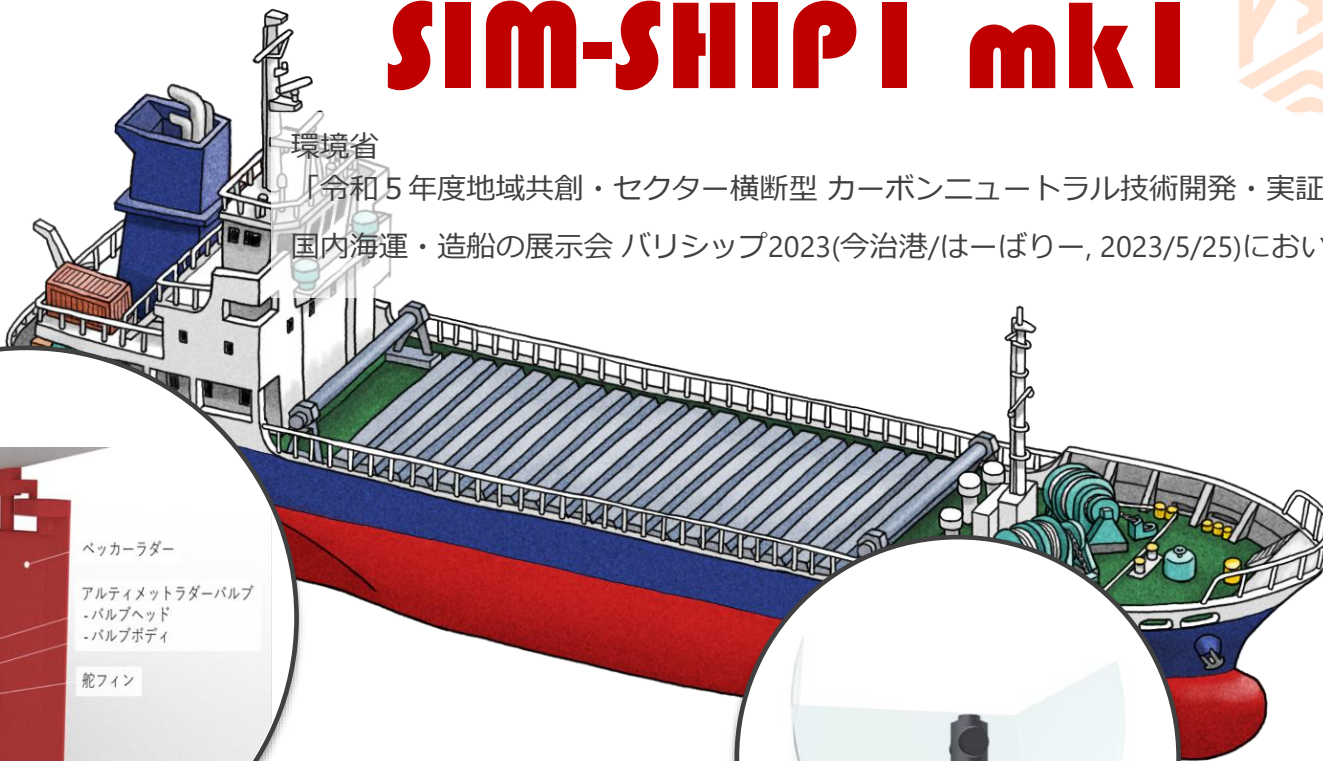
SIM-SHIP1 mk1



環境省

「令和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」に採択

国内海運・造船の展示会 バリシップ2023(今治港/はーばりー, 2023/5/25)において一般公開



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

環境省による事業募集

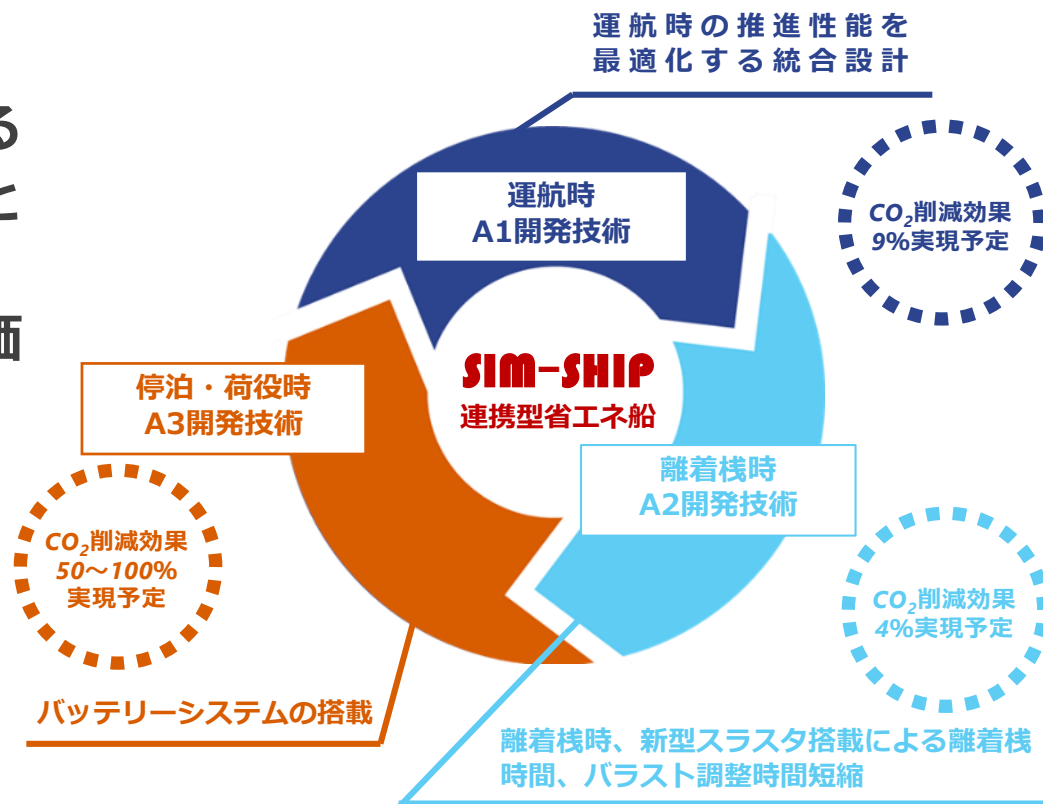
目的

CO2排出量削減の推進と
将来的な地球温暖化対策の強化に貢献することと、
地域循環共生圏の構築

申請

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

船全体のサイクルで
12%のCO₂排出削減目標



離着桟時A2 開発技術

全旋回型ジェットスラスト

STEER-jet

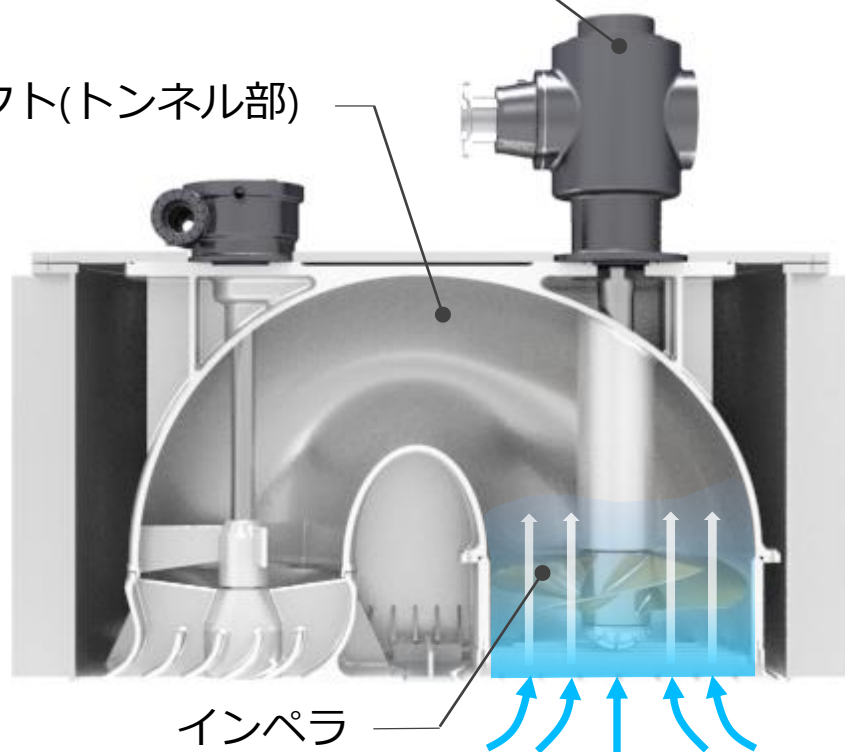
- 全旋回スラストにより真横移動可能へ
- バラスト調整不要へ
- 離着桟の時間を短縮しCO2排出削減

ドライブユニット

ダクト(トンネル部)

ステアリングユニット

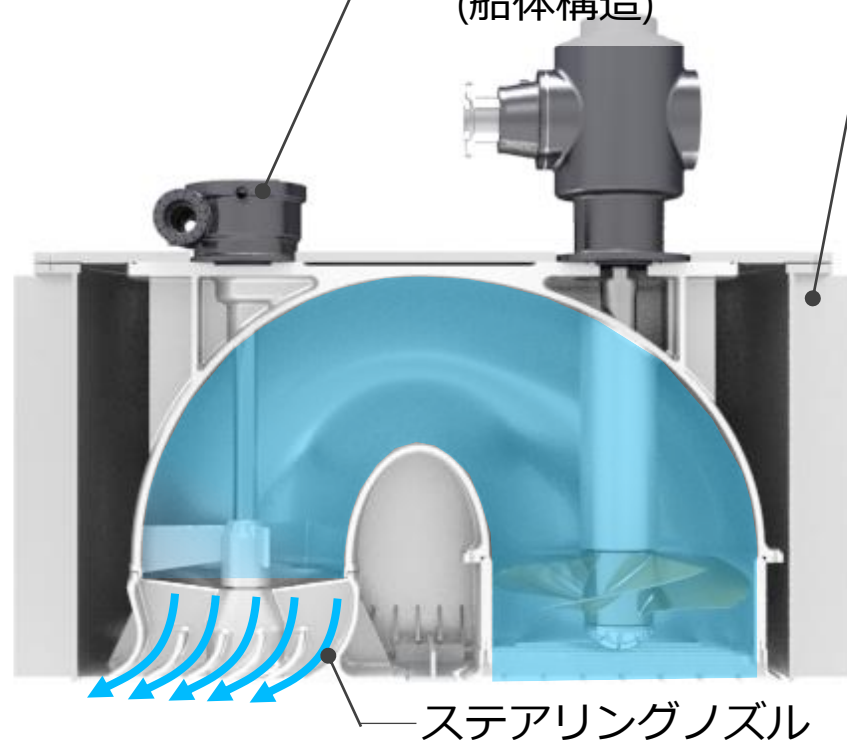
アウターウェル
(船体構造)



インペラ

必要最低喫水
▽
=

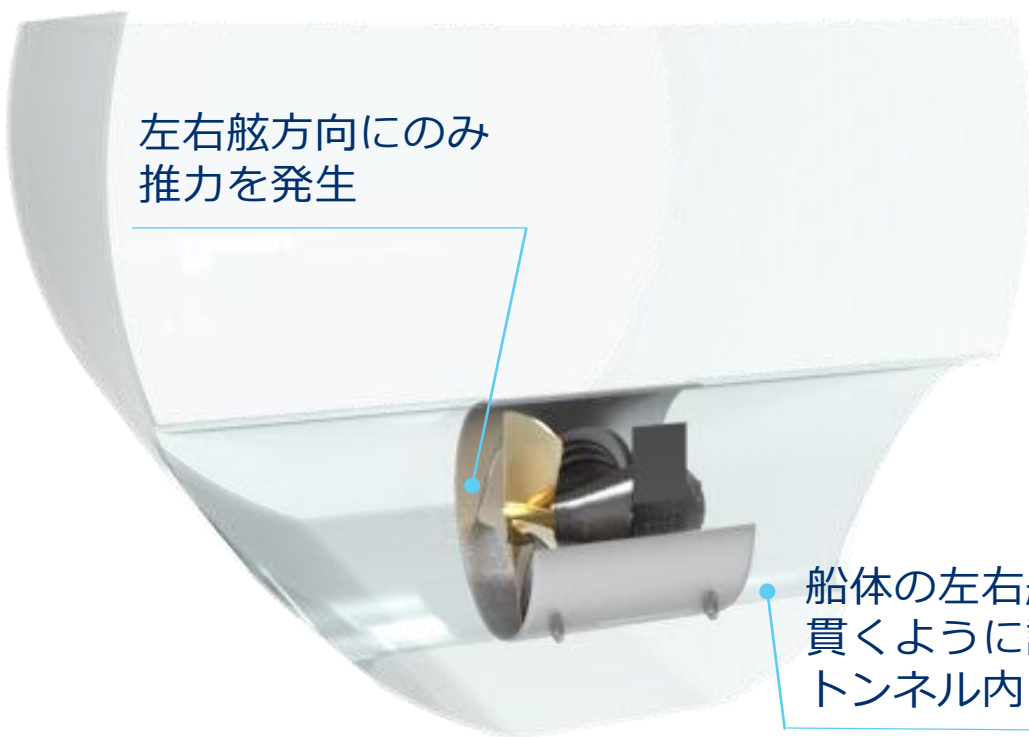
abt.450mm



ステアリングノズル

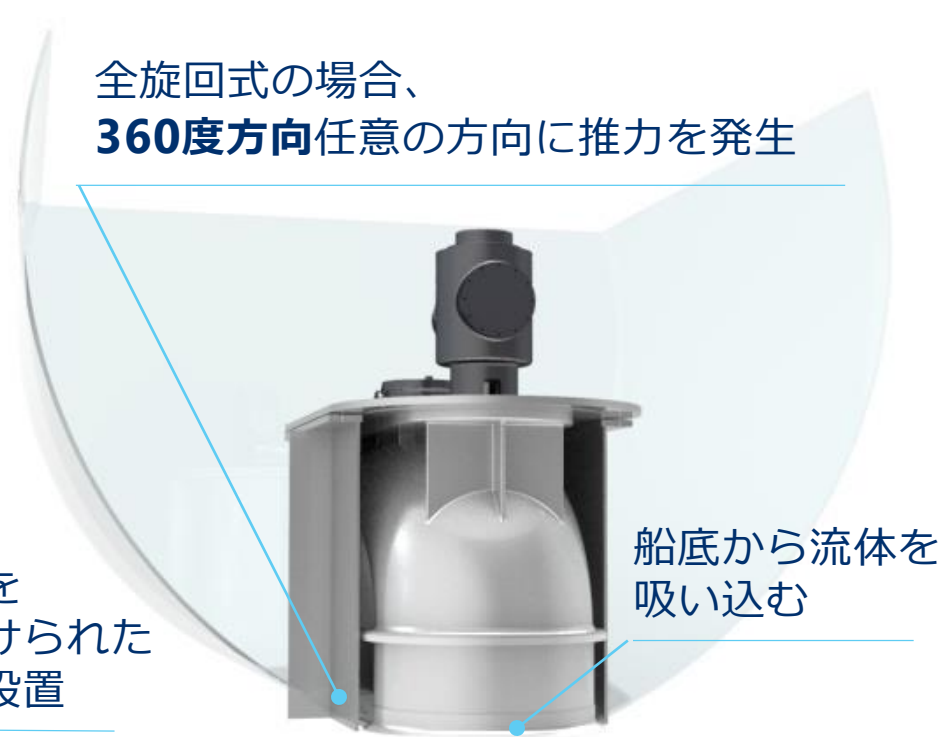
1 インペラの駆動により船底から水を吸い込み、ダクトへ送り込む
インペラが底部から450mm程度没水していれば使用可能

2 ダクトを通った水流はステアリングノズルによって360度任意の方向に吐出される



Transverse Thruster
トンネル型スラスト

プロペラを回転させて生み出される
揚力によって推力を得る。
(飛行機の翼と同じ原理)



Jet Thruster
ジェットスラスト

流体を吐出する反作用によって
推力を得る。(ジェット噴流)
(飛行機のエンジンと同じ原理)

安全性

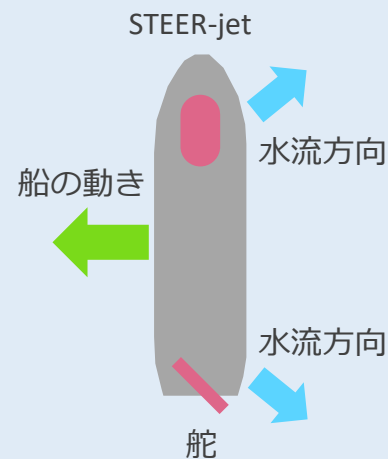
船底からの吸込みで
ロープ など浮遊物の
巻き込み防止に

運航準備時

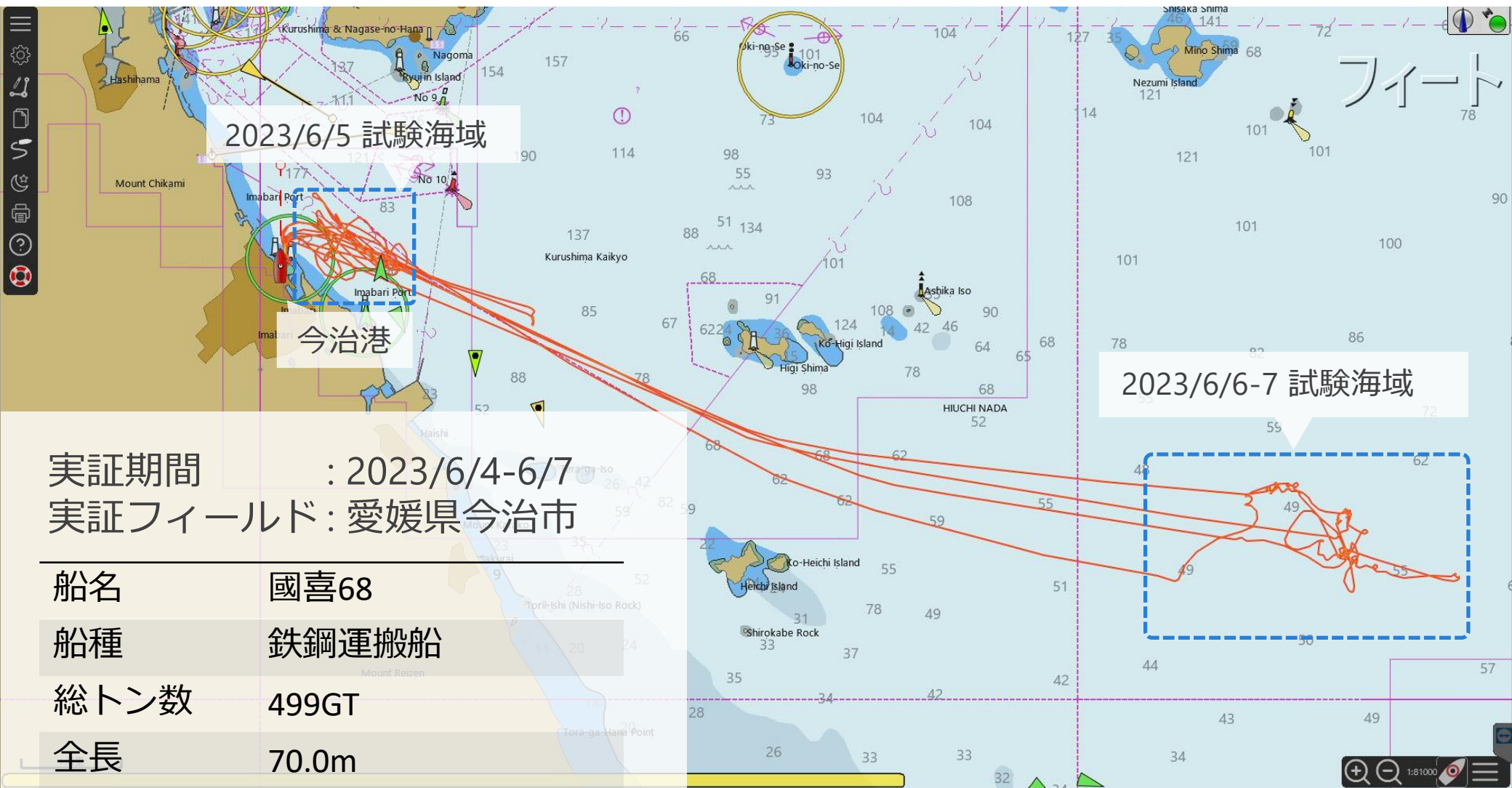
低喫水でも使用可能で
バラスト調整が不要
離着岸時間短縮に寄与

離着岸時

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

**バラスト調整不要****Compact**

幅寸法を抑えたコンパクトな構造により
499G/T貨物船の船首部への搭載が可能に



実証期間 : 2023/6/4-6/7
 実証フィールド: 愛媛県今治市

船名	國喜68
船種	鉄鋼運搬船
総トン数	499GT
全長	70.0m

建造造船所	山中造船株式会社 殿
船主	國喜商船株式会社 殿



発表スライド表示のみ

低喫水状態でのスラスト単独旋回計測時の航跡
左旋回時、右旋回時

発表スライド表示のみ

真横移動実証計測時の航跡
実際の離岸時に真横移動をした際の試走航跡

発表スライド表示のみ

海上の仮想岸壁に対して
従来スラスト模擬の場合(左右舷にのみ推力を発生)
新型スラスト使用した場合(全方位に推力を発生)
の船体移動を比較
着 棧 時 間 が 短 縮 で け て い る こ と を 確 認

省エネステータ

ベッカーラダー

アルティメットラダーバルブ
- バルブヘッド
- バルブボディ

舵フィン

高効率プロ

運航時A1 開発技術

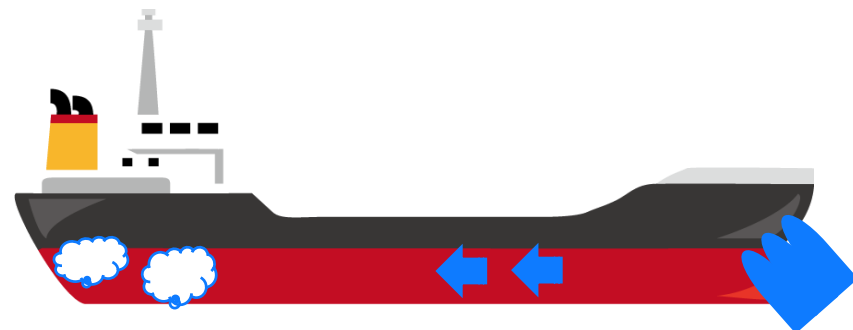
Monster Package

- 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
パッケージ



①造波抵抗

船が航行する際に波を起こすことで発生する抵抗
高速船になればより影響が大きくなるため、
造波抵抗を減少させるために、バルバスバウが
装着・改良される



③粘性圧力抵抗 ②摩擦抵抗 ①造波抵抗

摩擦

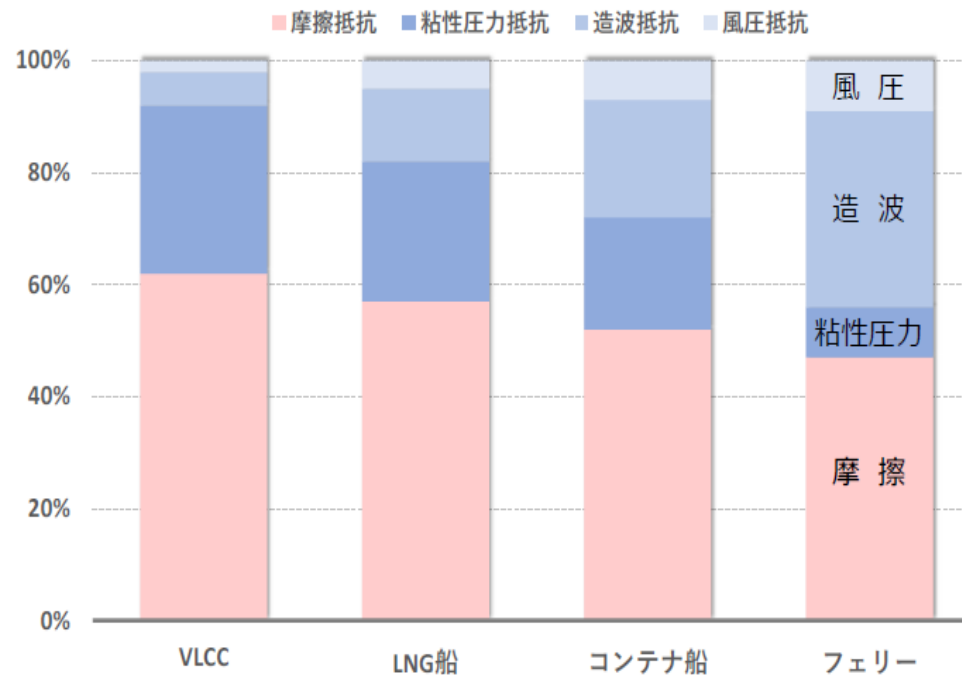
②摩擦抵抗

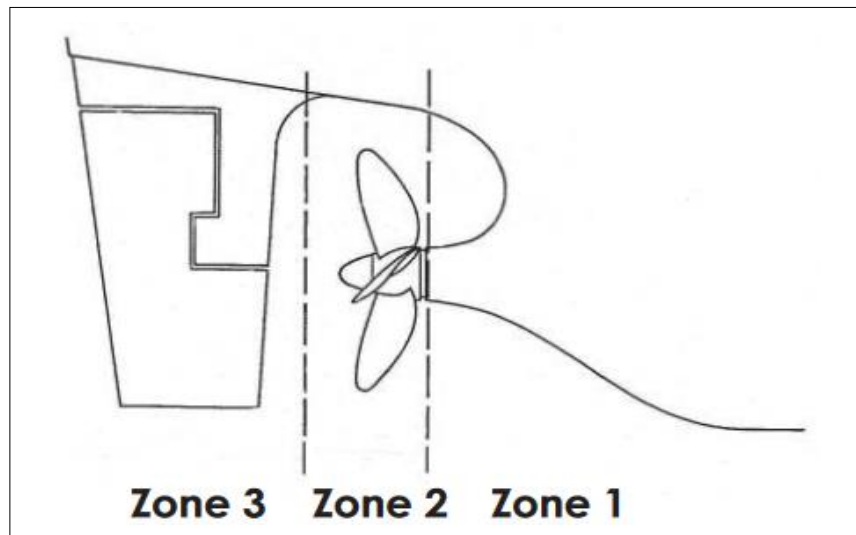
船体が水とこすれることで生じる摩擦による抵抗
船体表面には、水の粘性によって船体に貼りつく
ような流れの遅い領域が存在し抵抗の原因となる

渦

③粘性圧力抵抗

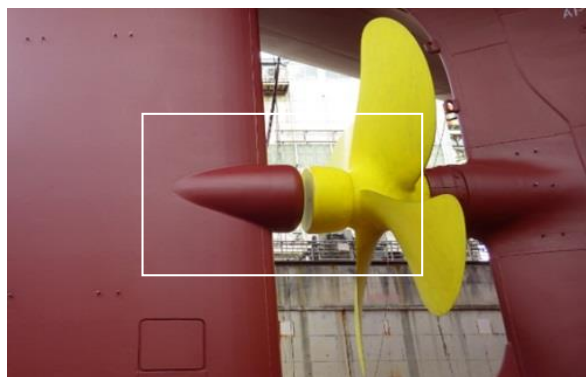
船体周囲の水の層が船尾の方へ行くにつれ、
船体表面から離れていき渦が発生し、
この渦や圧力低下などが抵抗の原因となる





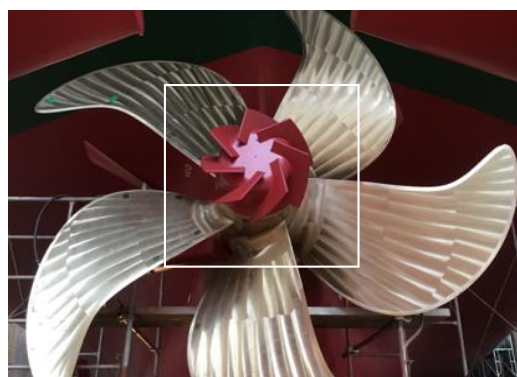
	省エネルギー効果	製品
Zone 1	船体抵抗の低減 プロペラ前方の流場改善	ダクト ステータ
Zone 2	プロペラ・キャップの推進 力増加	プロペラ 特殊キャップ
Zone 3	舵バルブによる舵抵抗低減 推力損失の回収	ラダーバルブ 特殊舵

Zone 3



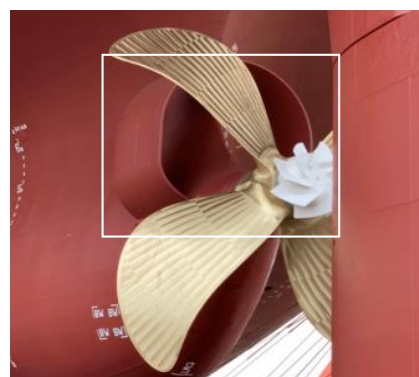
アルティメットラダーバルブ

Zone 2

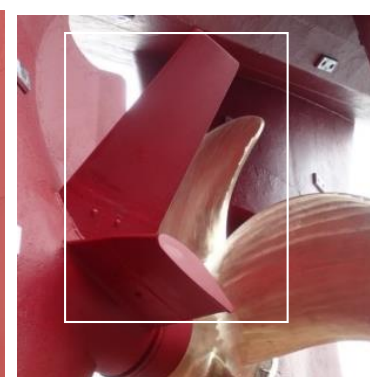


プロペラ・エコキャップ

Zone 1



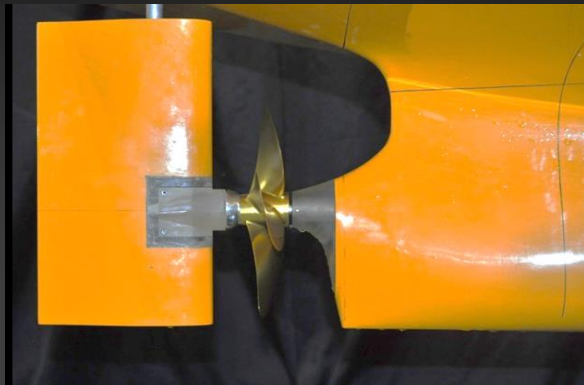
ネイバーダクト



コンポジット
ステータ

Zone 3

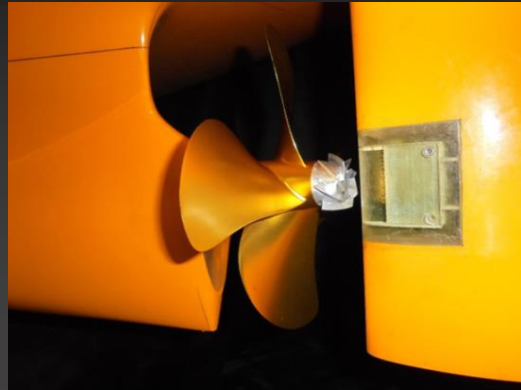
ハブ渦回収・舵性能向上



アルティメットラダーバルブ

Zone 2

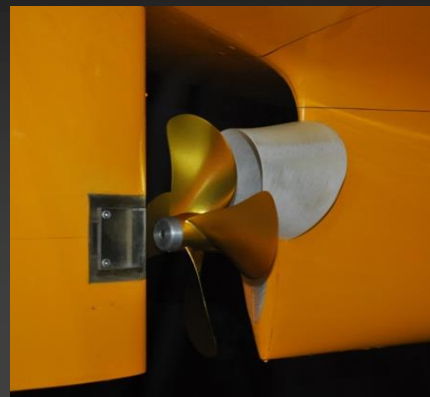
キャップによる推力向上



エコキャップ

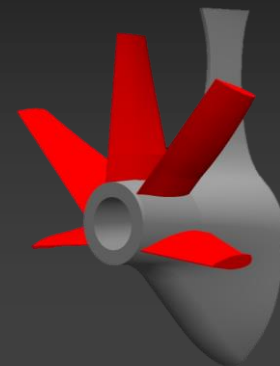
Zone 1

ダクトによる
推力発生

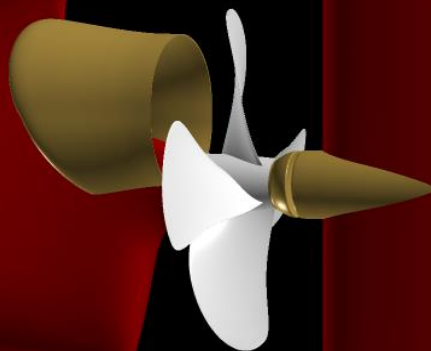


ネイバーダクト

プロペラへの
流れ改善



コンポジットステータ



最適プロペラと統合設計
省エネ効果を最大限に発揮可能

Monster Package

CFD(Computational Fluid Dynamics：数値流体力学)により、
より精度の高い「流れ場」を推定し、推進器設計にフィードバック



経験や実績等に頼っていた内航船の推進器を統合設計
499GT内航船に最適なプロペラ・省エネ付加物を採用

発表スライド表示のみ

CFD計算メッシュイメージ

CO₂削減率：約20%～

停泊時・荷役時

- ・陸電利用※1
- ・蓄電池の利用

※1 将来の給電インフラの普及により高いCO₂削減効果が得られる技術

運航効率改善

- ・ウェザールーティング
- ・陸上サポート
- ・船速最適化

約5%削減

※2 省エネと船員労務負荷低減・安全性向上を両立する技術

離着岸時間短縮

- ・高機能スラスタ
- ・特殊舵
- ・高機能操船支援装置※2
- ・高効率甲板機器※2：
(省電力油圧機器)

推進効率改善・抵抗低減

- ・高効率エンジン
- ・高効率プロペラ、省エネ付加物
- ・特殊舵
- ・空気潤滑
- ・低摩擦塗料
- ・CFDによる最適設計

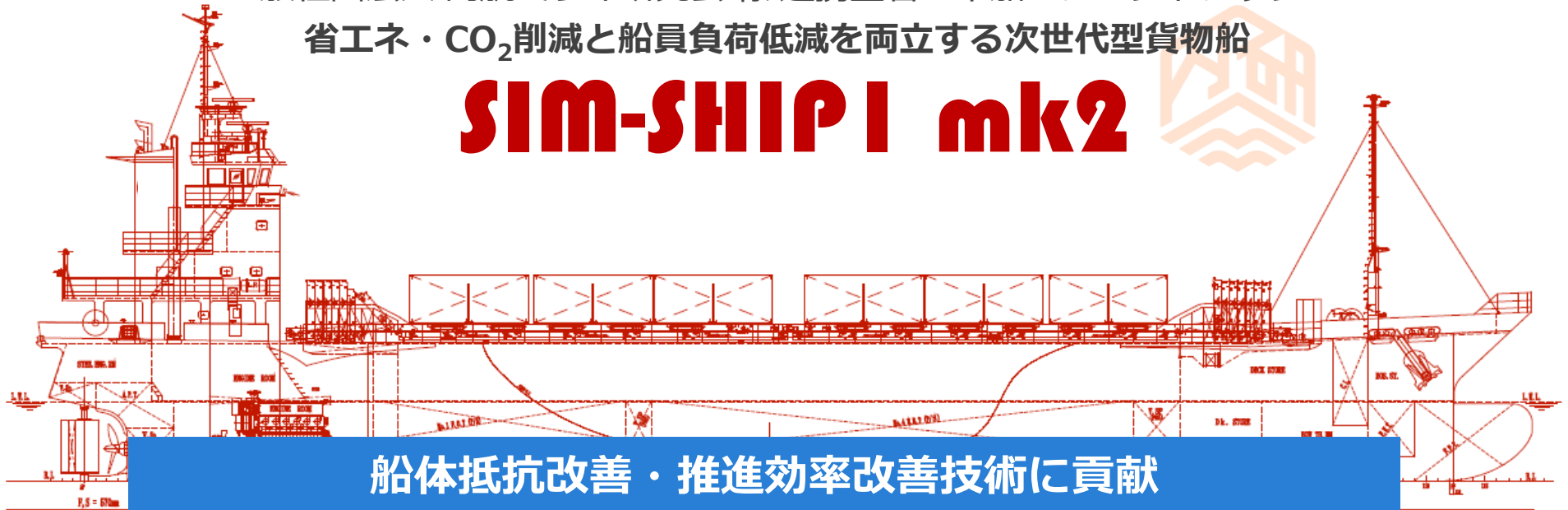
約15%削減

(参考) 建造コスト上昇分(試算)：通常の船価に対して約15～20%アップ

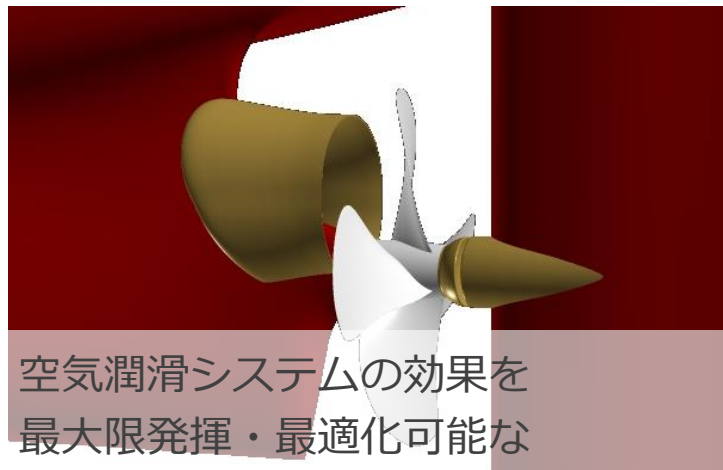
注：コストは499GTをベースに算出しているが、コンセプトは749GT等でも活用可能

一般社団法人 内航ミライ研究会 様 連携型省エネ船コンセプトシップ
省エネ・CO₂削減と船員負荷低減を両立する次世代型貨物船

SIM-SHIP I mk2

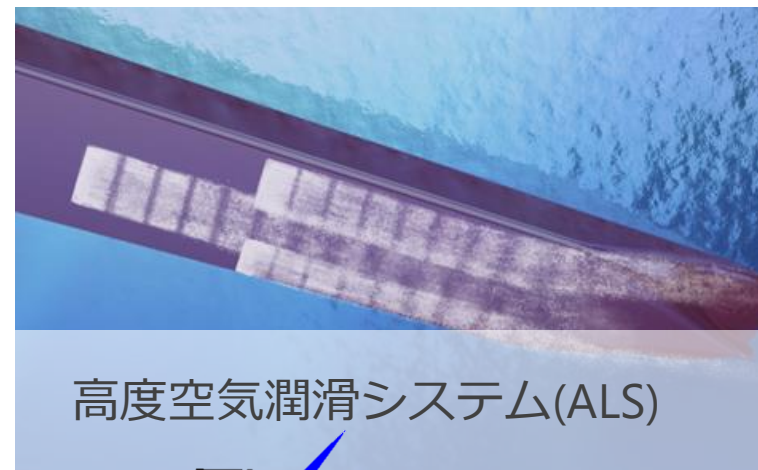


船体抵抗改善・推進効率改善技術に貢献



空気潤滑システムの効果を
最大限発揮・最適化可能な

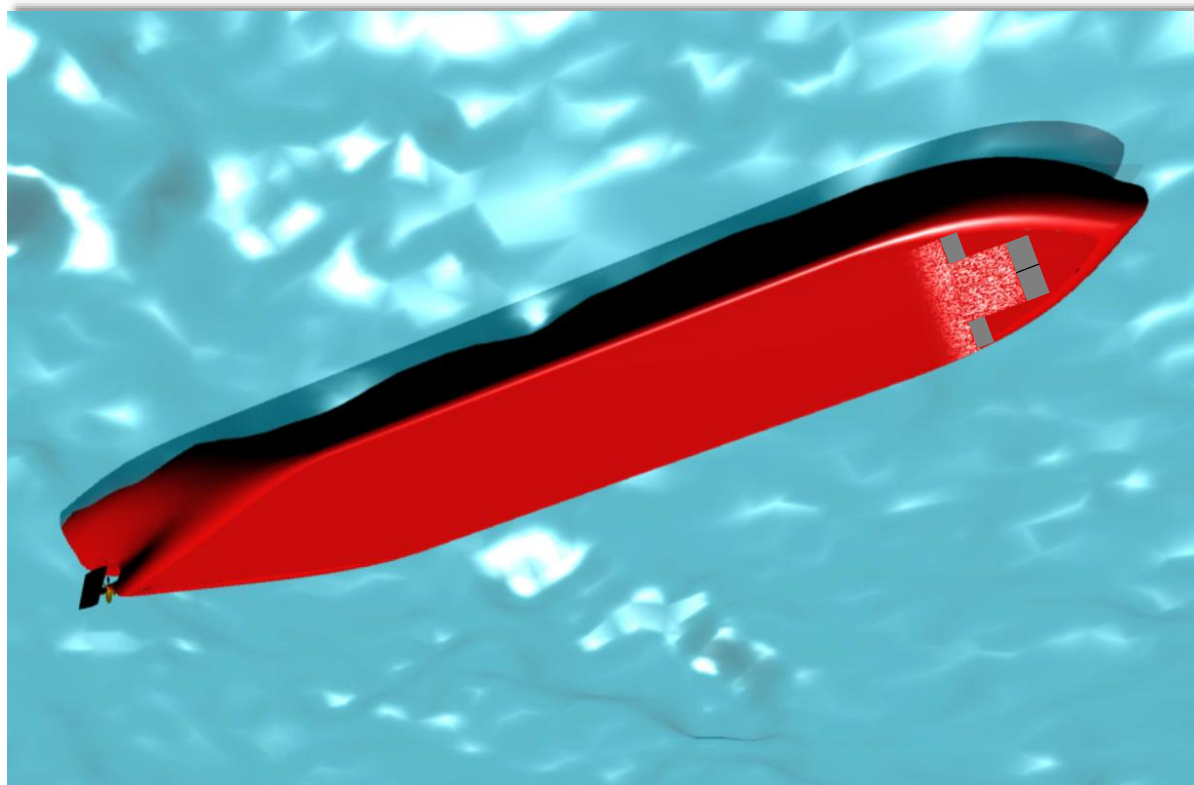
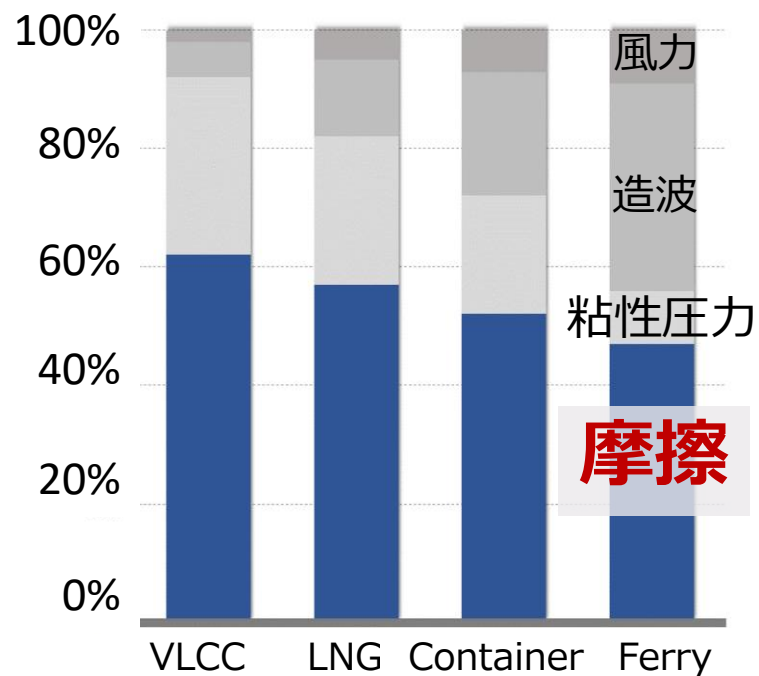
高効率プロペラ・省エネ付加物



高度空気潤滑システム(ALS)

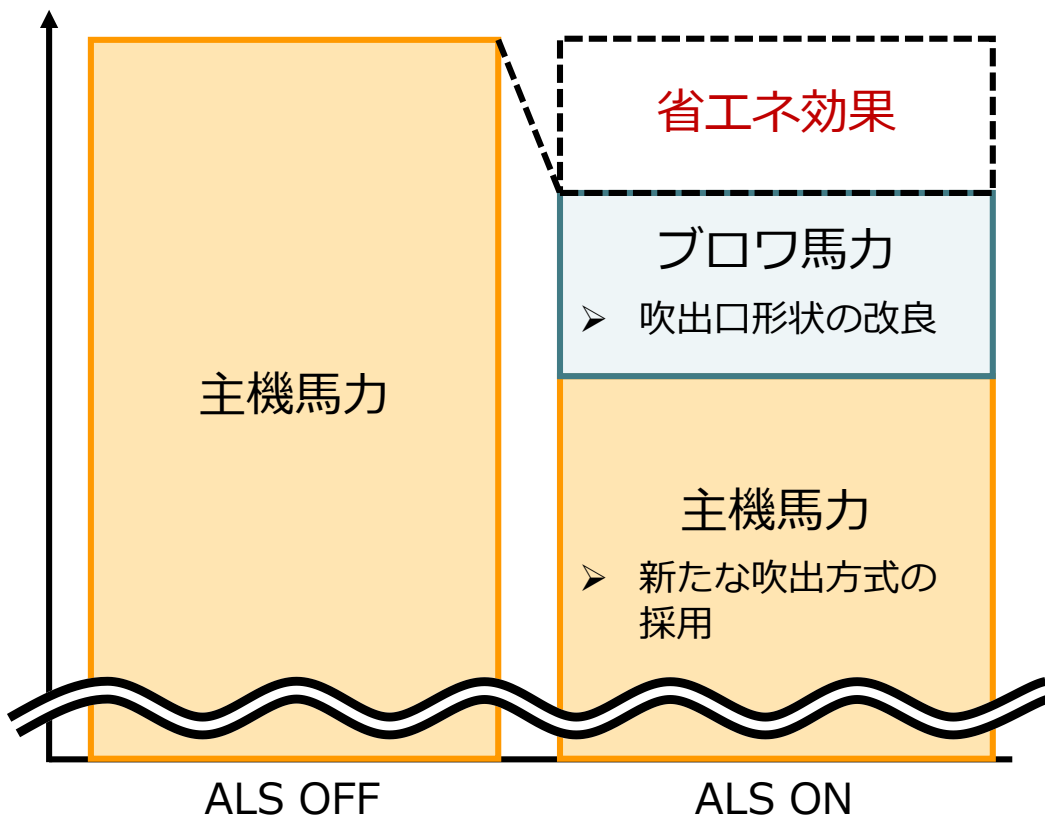
ZERO

- ✓ ALSではブロワ（送風機）で生成した圧縮空気を船底まで送り、船底の吹き出しチャンバーから空気を吹き出す。
- ✓ 吹き出された空気により、船体表面と海水の間に気泡流が生成されることで、船体の**摩擦抵抗を低減**するシステム。
- ✓ 特に**喫水が浅い船**に効きやすい。



- ✓ 省エネ効果は摩擦抵抗低減による主機削減馬力と空気投入に要するブロフ馬力の関係に依存。
- ✓ 性能向上には「主機削減馬力の増加」と「ブロフ馬力の削減」の両面のアプローチが必要。

以上のことから、ナカシマプロペラは海上技術安全研究所殿と共同で従来のALSよりも高い省エネ効果の実現を目指し開発・製品化を実施。



要素技術の研究・開発



システム設計、製造、販売

1 周期吹出

船底への空気の吐出に一定の周期を持たせて
間欠的に吹き出す

2 追求した空気出口構造 (以下、吹出口)

圧力損失を抑えた低圧損吹出口

高度空気潤滑システム

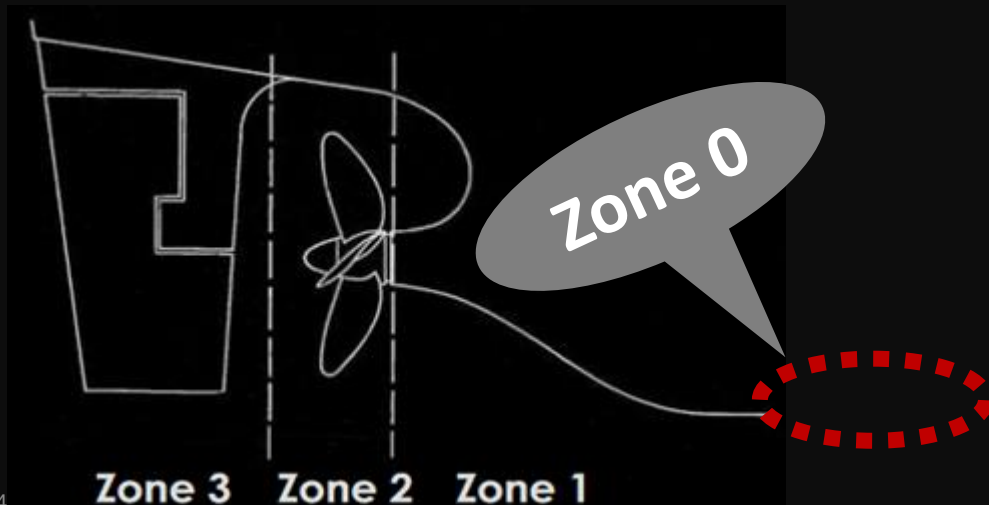
ZERO

Zone 0

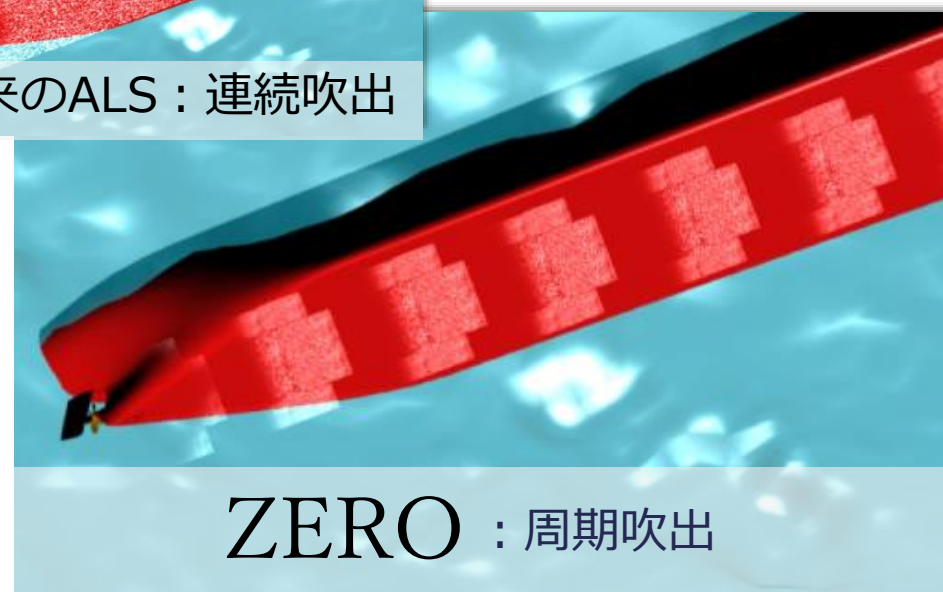
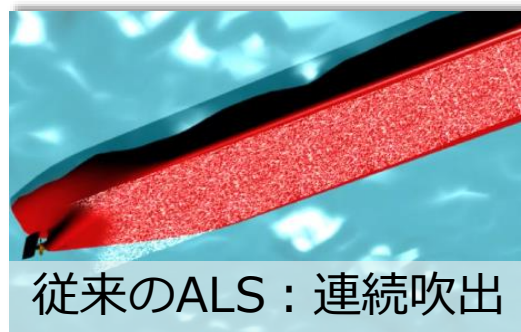
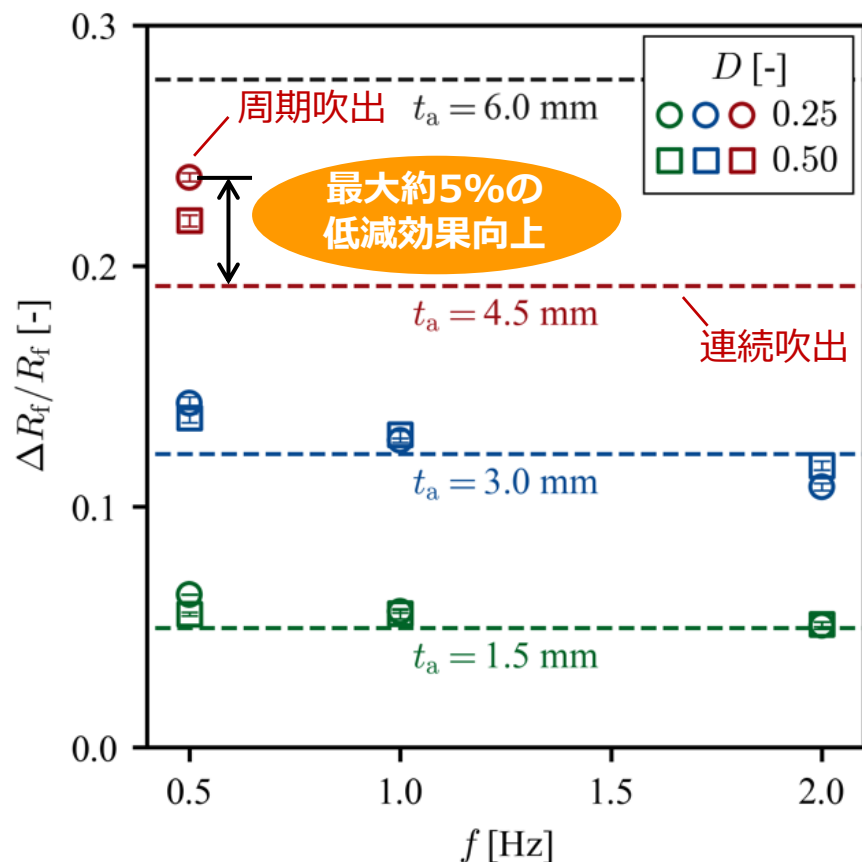
ESD for hull

Resistance

Optimized by AdAM

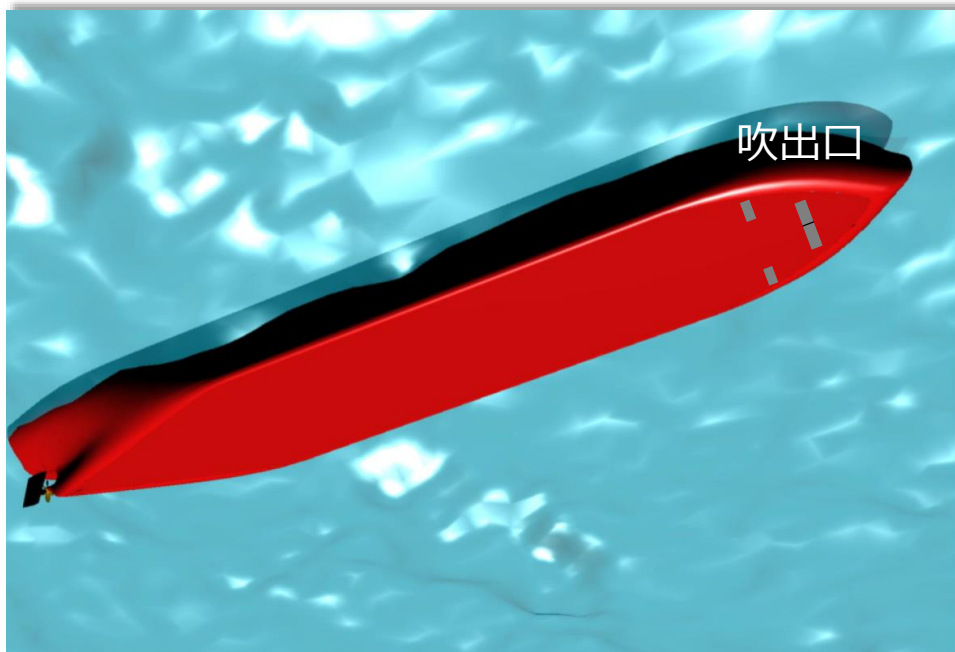


- ✓ 従来のALSとの違いとして、空気の吹出方式を連続吹出に対して**周期吹出**を採用。
- ✓ 連続的に気泡が流れるよりも、**周期的に気泡群が流れる**ほうが抵抗低減効果が高いことが明らかになっており、当技術を活用。

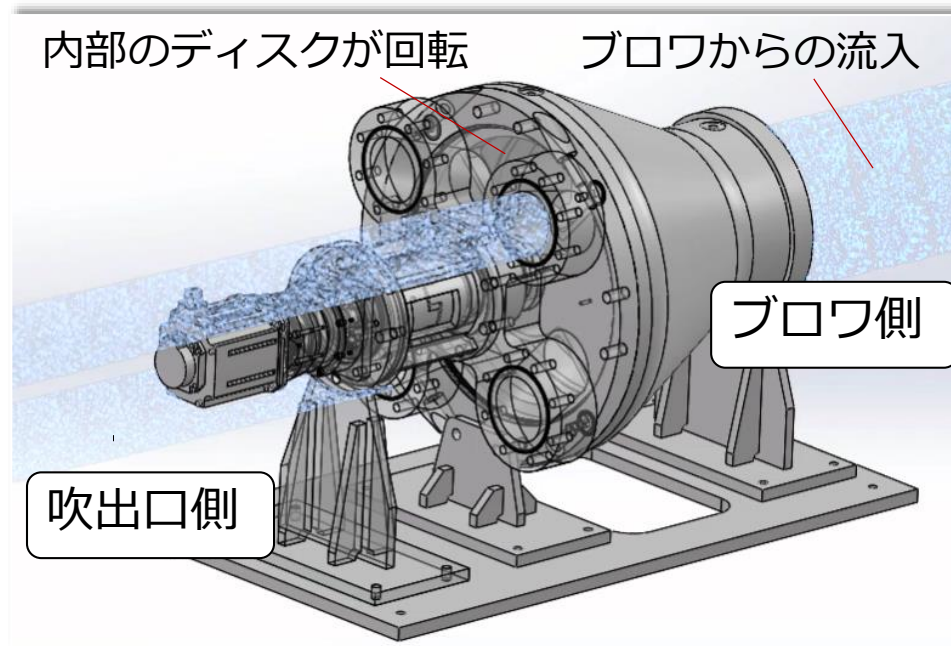


田中泰爾、大石義彦、朴炫珍、田坂裕司、村井祐一、川北千春、36m長尺平板模型における間欠的気泡注入による空気潤滑法の高効率化、日本船舶海洋工学会講演会論文集、第32号、pp.249-253(2021)

- ✓ **周期吹出装置**により空気が吹き出る出口を順次切り替えることで、船底での周期吹出を可能に。



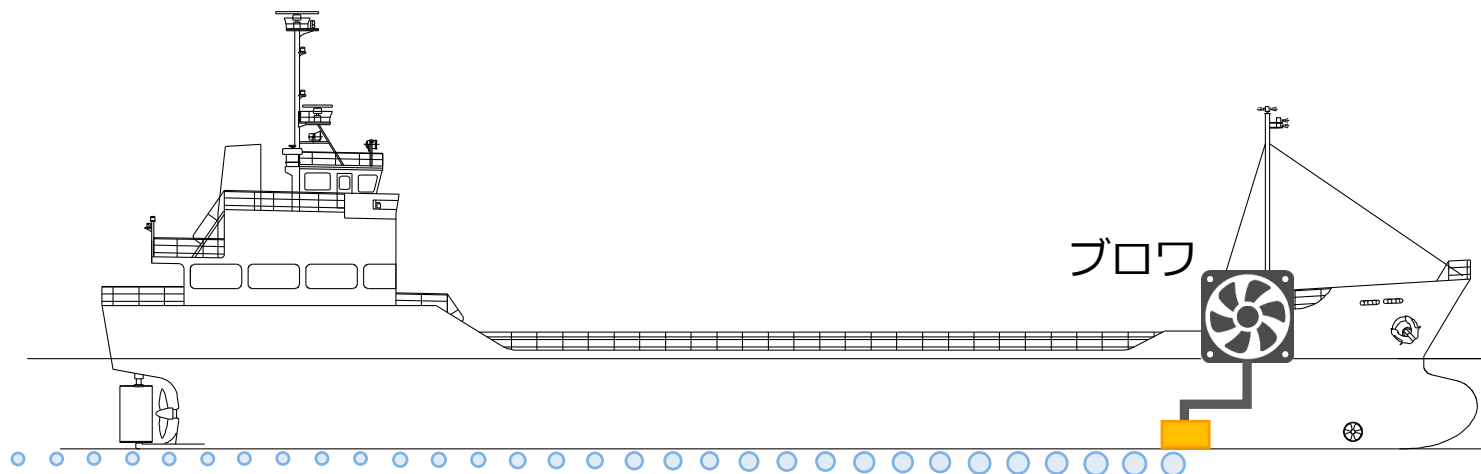
周期吹出様子（吹出口数：4）



周期吹出装置（分岐管数:4、開口数:2）

- 周期吹出装置の分岐管は各吹出口に接続。（上図では4つの分岐管が4つの吹出口に接続）
- 周期吹出装置内部の開口したディスクが回転することで、空気が供給される配管は常に一定数に制限されかつ順次切り替わる。（上図では常に2つの配管のみに空気が通る）

- ✓ 船底から所定の空気量を吹き出すためには、各喫水での海水圧より大きなブロワの吐出圧力が必要。（喫水が深い程、必要なブロワ容量も大きくなる。）
- ✓ ブロワから船底までの配管経路にて空気の圧力損失を抑えることが、必要な吐出圧力の減少ないしブロワ馬力の削減に。
- ✓ 吹出口での圧力損失を抑えるため、吹出口形状の改良を実施。



(海水圧 + 配管経路での圧力損失) ≤ 必要ブロワ馬力



操作バルブ

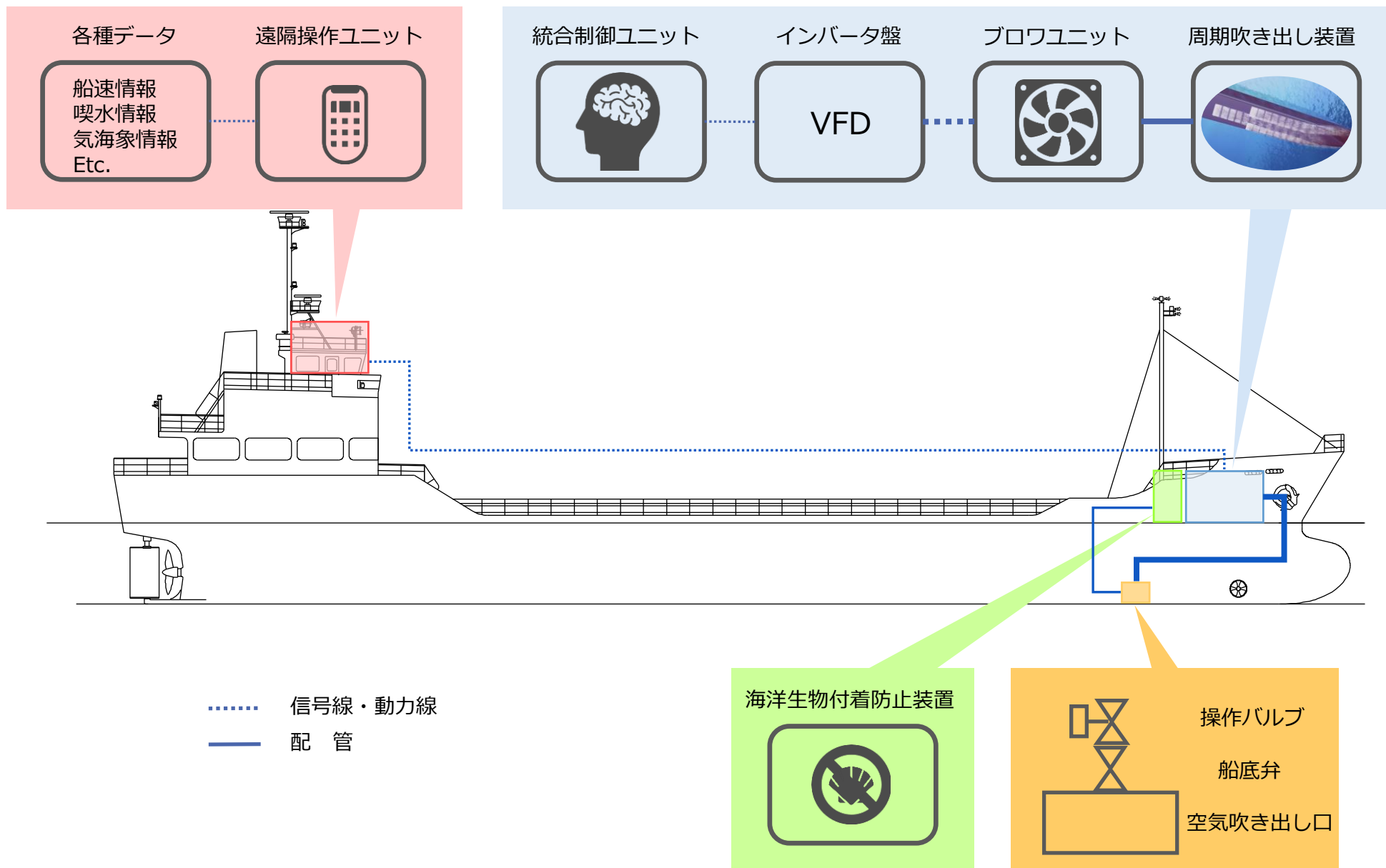
船底弁

吹出口

- ✓ 海上技術安全研究所殿のキャビテーション水槽にて吹出口の**模型試験を実施**。
- ✓ 従来型吹出口、新型吹出口とで圧力損失に係る性能を比較。
- ✓ **新型吹出口**は従来型吹出口よりも、同じ空気膜厚さを形成する際の**圧力損失が半減**することを確認。

発表スライド表示のみ

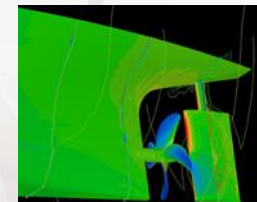
キャビテーション水槽での吹出口模型試験時写真



※ 本図に示すのは一例です。船種、仕様、使用条件によりシステム構成が変わることがあります。

推進性能を最適化する統合設計

- 大規模CFDシステムによる効率・キャビテーション・強度を満足できる最適なプロペラを設計
- プロペラを中心に船尾まわりを統合的に設計



推進機器と省エネ付加物のパッケージ提供

プロペラと省エネ付加物を組み合わせて統合的に推進性能を向上させる機器をパッケージで提供



Integrated Propulsion System

Monitoring & Analysis

プロペラ稼動状況のモニタリングと解析

Propulsion Engineering

Retrofit & Consultation

レトロフィット・燃費改善ソリューション提供

- 就航状況に応じた最適プロペラへの取替え（レトロフィット）
- プロペラスクラップのリサイクル
- 就航船の燃費改善につながる推進性能向上のコンサルティング



プロペラ補修およびメンテナンスサービス

- 損傷時のプロペラ補修
- 経年変化による効率低下を改善するエッジカットやプロペラ研磨・クリーニングの施工

Maintenance

船の一生を支えるLifecycle Propulsion Engineering

We Go Beyond

～常に最適を求めて「その先」へ～

