

SEAJAPAN2024 海上技術安全研究所セミナー



# 船舶の実海域SDGsアクション - OCTARVIA / 周期吹出空気潤滑システム -

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

研究監

辻本 勝

# はじめに SDGs



2030年に向けて  
世界が合意した  
「持続可能な開発目標」です

## 2030年に向けて世界が合意した 「持続可能な開発目標」

このためには、個人の行動から世界規模の行動まで求められます。

長期的な取り組みが必要になります。

☆企業単独での取り組みには限界

☆外部連携 >>>> オープンイノベーション



# SDGs 船舶海洋分野では

12 つくる責任  
つかう責任



2050年：世界の人口96億人  
現在の生活様式を持続させるには？／水・食料

7 エネルギーをみんなに  
そしてクリーンに



30億人が薪・石炭などのエネルギーを暖房に利用  
再生可能なクリーンなエネルギーの利用／国際規制

9 産業と技術革新の  
基盤をつくろう



後発開発途上国の巨大な潜在能力（食料生産力）  
海上物流・省エネ促進／人々のつながりを増やす！

14 海の豊かさを  
守ろう



地球上の97%の水を蓄える海洋  
海洋は世界最大のたんぱく源（生計を立てている人30億人）／海洋酸性化・プラゴミの解決！

13 気候変動に  
具体的な対策を



体感する気候変動  
緩和と適応・カーボンニュートラルな世界／地域特性の顕著化への対策！

## 船舶の実海域SDGsアクション

船舶は実海域を航行し、そのエネルギー効率を向上させることでSDGsアクションを実施できます。



# 1)OCTARVIAプロジェクト

就航船への適用が拡大される環境規制への対応やデジタル化技術の利用等、企業単独では実施できない／成果の最大化を図ることができない研究テーマに取り組むため、実海域実船性能評価プロジェクトで実海域実船性能を測る「ものさし」を開発し、これを基に、各社ビジネスで利用するために必要な研究開発をオープンイノベーション方式で実施しました。

1 運航段階での評価（実船モニタリングデータ解析）

2 設計段階での評価（シミュレーション）

3 船主への提示方法（性能評価）

## プロジェクトの目標

世界中の船舶をほぼ同じ精度で客観的に評価・比較できる「ものさし」の確立。



# 1)OCTARVIAプロジェクト



## 海事クラスター共同研究 実海域実船性能評価（OCTARVIA）プロジェクト

共通領域を対象に研究開発を実施

参加機関は作業の分担を原則

期間

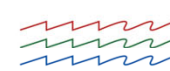
フェーズ1：2017年10月～2021年3月（3年半）

フェーズ2：2022年 3月～2024年3月（約2年）

予算

合計 9.35億円

参加のべ27機関



# 成果その1：実船モニタリングデータ解析



## <データ取得の標準化>

性能解析のためには14項目のデータ取得が良い

NO	項目	英名	Data Name
1	計測日時	Time Stamp UTC	Sampling Time (UTC)
2	船位(経度)	Longitude DEG	Ship Position (Longitude)
3	船位(緯度)	Latitude DEG	Ship Position (Latitude)
4	対地船速	Speed over the ground	SHIP SPEED (GROUND SPEED) (knots)
5	対水船速	Speed through the water	SHIP SPEED (WATER SPEED) (knots)
6	船首方位	Heading	
7	針路	Course over the ground	
8	舵角	Rudder angle	
9	相対風速	Relative Wind Speed	WIND SPEED (m/s)
10	相対風向	Relative Wind Direction	WIND ANGLE (deg)
11	主機回転数	M/E revolution speed	MAIN SHAFT REVOLUTION (min-1)
12	主機出力(馬力)	M/E power	M/E ESTIMATED LOAD FROM EICU (%)
13	排水量	Displacement	
14	燃料消費量	Fuel Oil Consumption	

## <解析法の標準化>

- (課題)
- ☆データフィルタリング(外れデータ)は解析の都度決める
  - ☆解析手法が標準化されていない
  - ☆解析結果の良否は主観的(品質管理されていない)

恣意性のない解析方法(RCM)を開発

# 実船モニタリング解析法の標準化（RCM）

モニタリングデータ



フィルタリング+見掛けスリップ比

外乱補正（風+波）



パワーカーブ

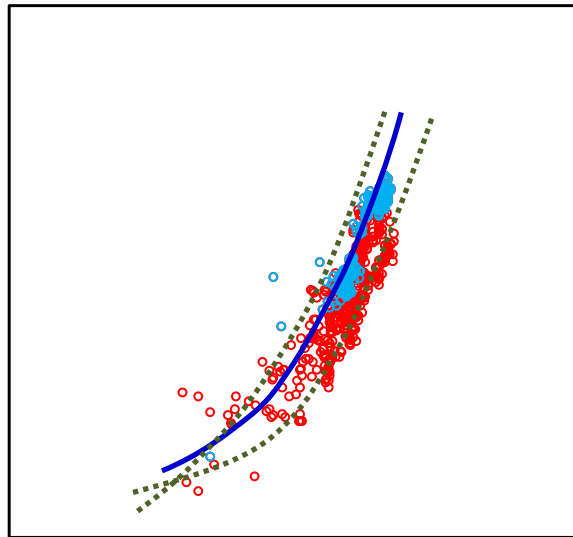


カーブフィット+品質管理情報

赤字：  
OCTARVIAの  
開発項目

SHP [kW]

- 外乱補正後データ
- 平水中に近いデータ



$V_S$  [knot]

<手法標準化>

見掛けスリップ比・抵抗を利用したフィルタリング手順

カーブフィット適切性を示す品質管理情報 (Pass Grade)

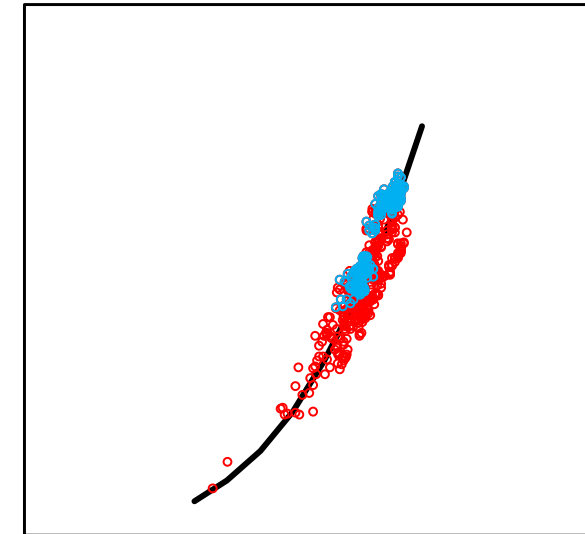


RCM

(抵抗閾値法)

RCM; Resistance Criteria Method

SHP [kW]



$V_S$  [knot]



# 成果その2：実海域性能推定法

## <性能推定法の標準化>

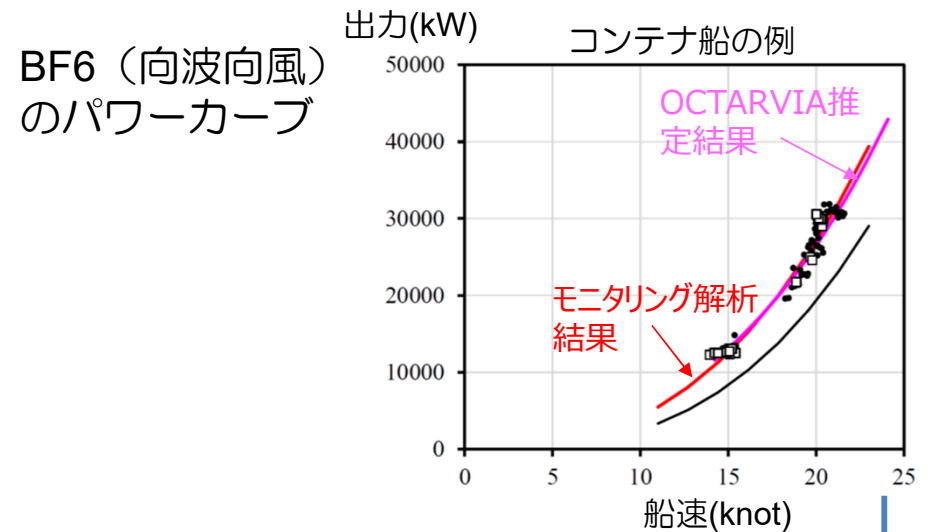
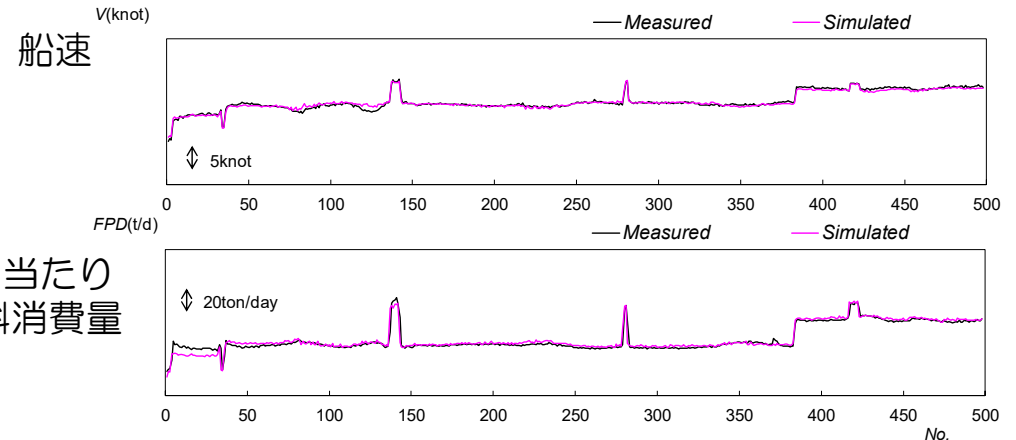
- 波／風／当舵／斜航を考慮
- 主機／ガバナー作動を考慮

世界最高精度となる実海域燃費推定精度2%の技術

## <検証方法の標準化>

実海域実船性能についてユーザー自ら検証可能な方法

実船計測データ（17隻）による検証

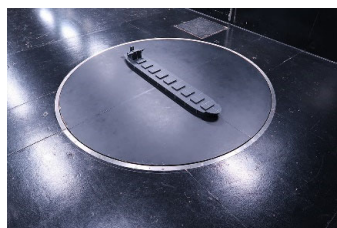


# 国内外ベンチマーク



## <試験法・解析法の標準化>

国内外ベンチマークで試験法・解析法の検証  
今後重要となる低速域に拡張し推定法に反映



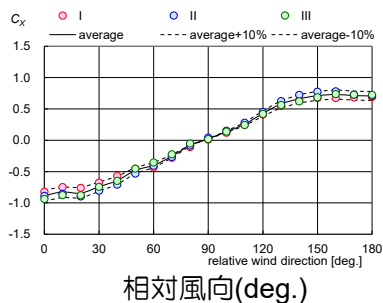
### 風洞試験



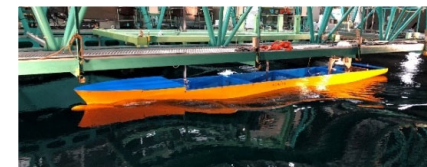
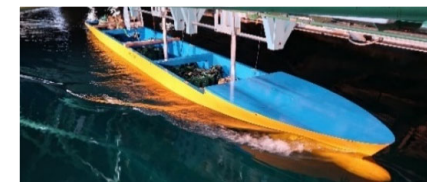
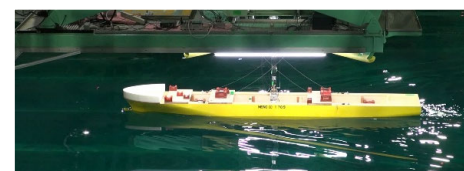
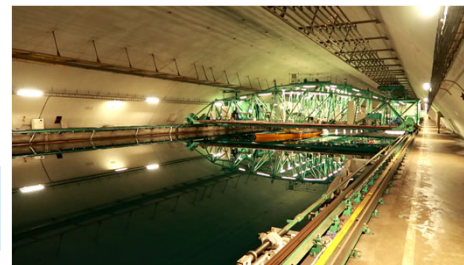
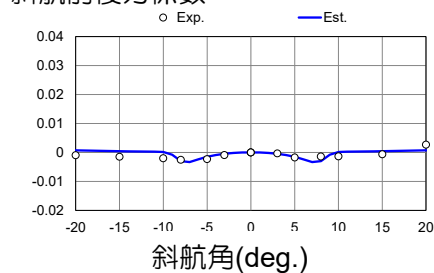
### 水槽試験

荷重度変更試験  
波浪中抵抗試験  
斜航試験

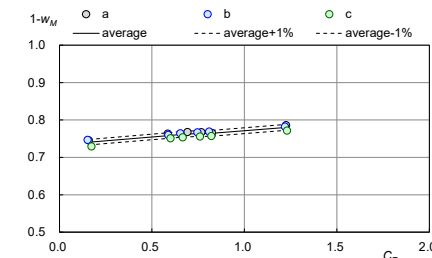
#### 風圧前後力係数



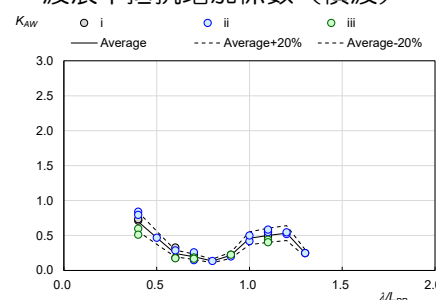
#### 斜航前後力係数



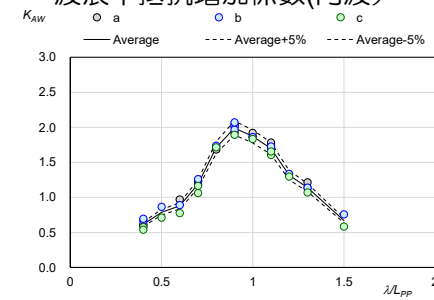
#### 伴流係数



#### 波浪中抵抗増加係数 (横波)



#### 波浪中抵抗増加係数(向波)



波長船長比

波長船長比

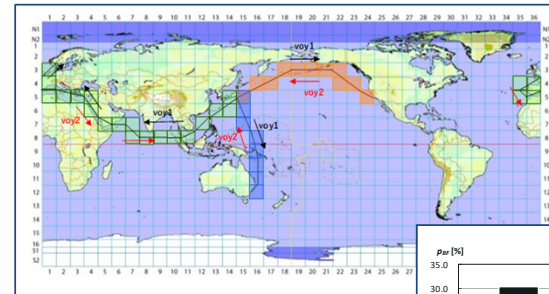
# 成果その3：実海域性能評価法

## ライフサイクル主機燃費評価法

**入力** 評価期間・航路  
個船情報・生物汚損／経年劣化

**出力** 総燃料消費量・GHG排出量

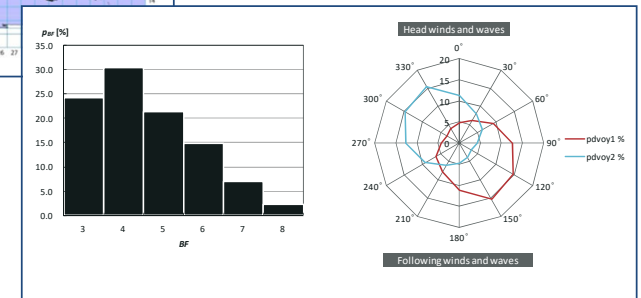
分析的に調達での比較、性能改善・投資効果の判断が可能



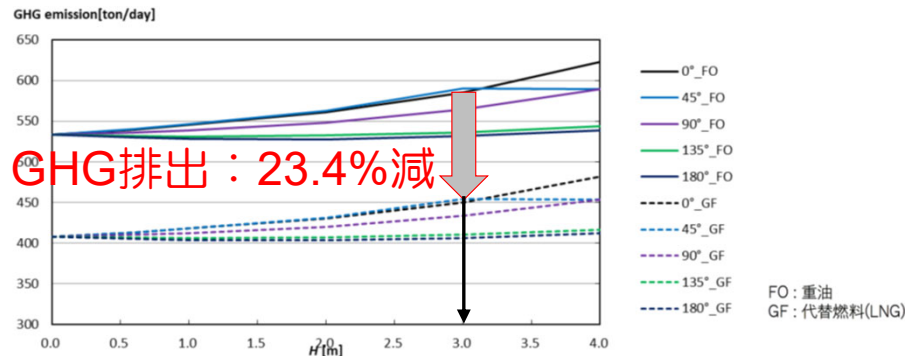
標準航路（選択）

標準運航モデルでの計算

遭遇海象の長期統計



代替燃料使用のGHG排出量

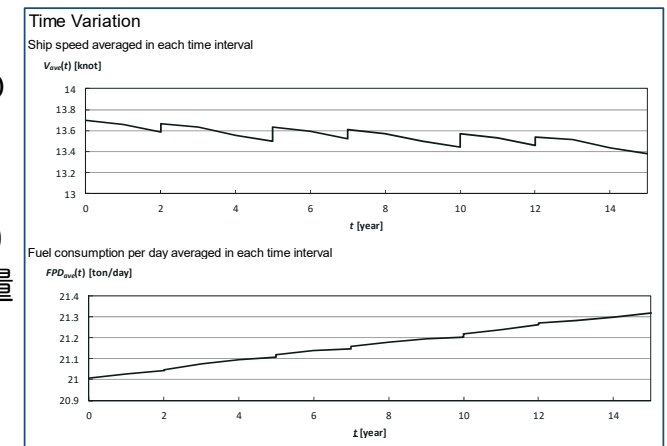


GHG排出：23.4%減

BF6

船速の低下

1日当たり燃料消費量の増加



ライフサイクル変化

## 成果その4：計算プログラムの公開



NMRIクラウドでの公開

<https://cloud.nmri.go.jp/>

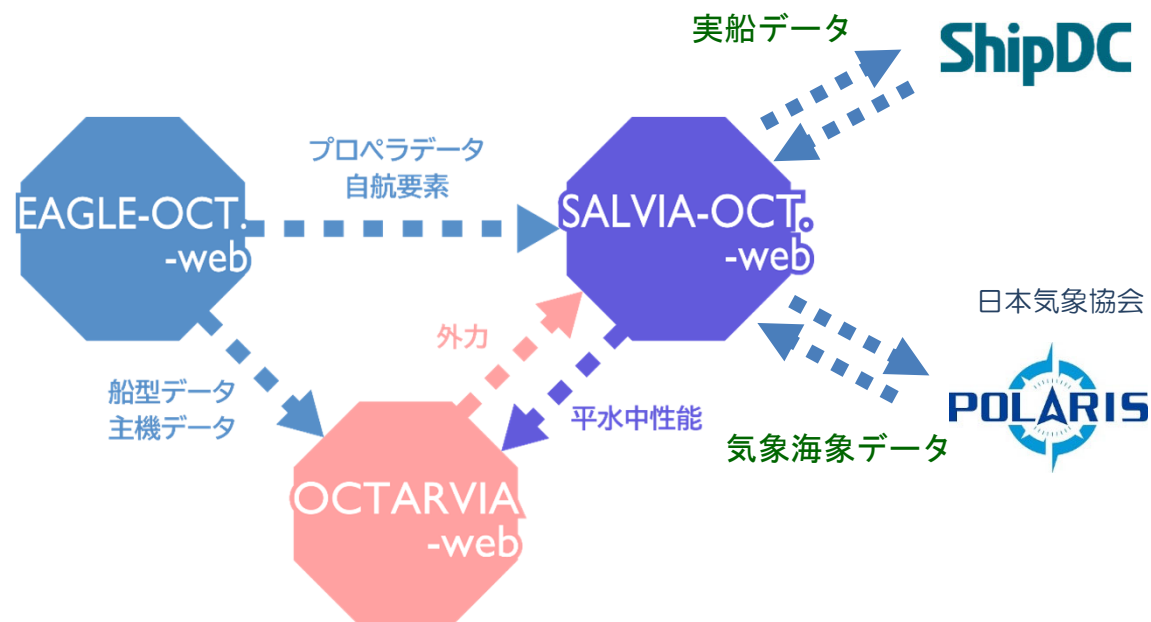
機能限定版（無償）

フル機能版（有償）

船社や舶用品メーカーでも十分な精度で計算可能  
(詳細船型データを簡易推定)

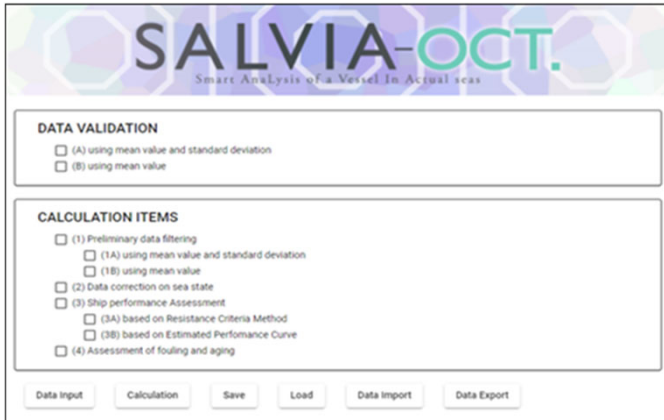
外部データとの接続

- ・実船モニタリングデータ
- ・気象海象データ



# 計算プログラム：クラウドアプリ

## 実船モニタリング解析



SALVIA-OCT.  
Smart Analysis of a Vessel In Actual seas

**DATA VALIDATION**

- (A) using mean value and standard deviation
- (B) using mean value

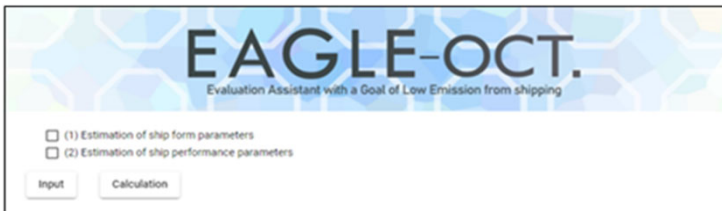
**CALCULATION ITEMS**

- (1) Preliminary data filtering
  - (1A) using mean value and standard deviation
  - (1B) using mean value
- (2) Data correction on sea state
- (3) Ship performance Assessment
  - (3A) based on Resistance Criteria Method
  - (3B) based on Estimated Performance Curve
- (4) Assessment of fouling and aging

Data Input Calculation Save Load Data Import Data Export

+外部データ接続

入力支援

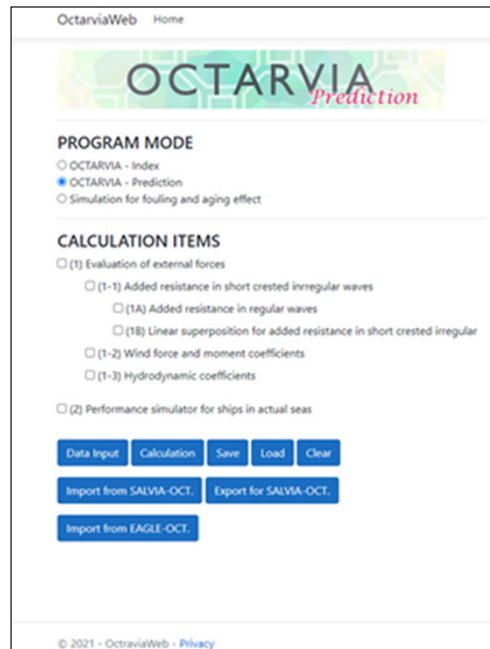


EAGLE-OCT.  
Evaluation Assistant with a Goal of Low Emission from shipping

- (1) Estimation of ship form parameters
- (2) Estimation of ship performance parameters

Input Calculation

## 実海域性能推定



OctarviaWeb Home

OCTARVIA  
Prediction

**PROGRAM MODE**

- OCTARVIA - Index
- OCTARVIA - Prediction
- Simulation for fouling and aging effect

**CALCULATION ITEMS**

- (1) Evaluation of external forces
  - (1-1) Added resistance in short crested irregular waves
    - (1A) Added resistance in regular waves
    - (1B) Linear superposition for added resistance in short crested irregular
  - (1-2) Wind force and moment coefficients
  - (1-3) Hydrodynamic coefficients
- (2) Performance simulator for ships in actual seas

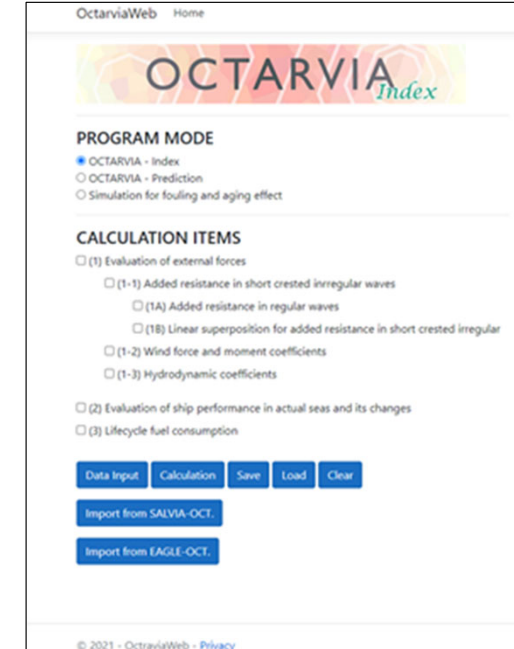
Data Input Calculation Save Load Clear

Import from SALVIA-OCT. Export for SALVIA-OCT.

Import from EAGLE-OCT.

© 2021 - OctarviaWeb - Privacy

## ライフサイクル主機燃費



OctarviaWeb Home

OCTARVIA  
Index

**PROGRAM MODE**

- OCTARVIA - Index
- OCTARVIA - Prediction
- Simulation for fouling and aging effect

**CALCULATION ITEMS**

- (1) Evaluation of external forces
  - (1-1) Added resistance in short crested irregular waves
    - (1A) Added resistance in regular waves
    - (1B) Linear superposition for added resistance in short crested irregular
  - (1-2) Wind force and moment coefficients
  - (1-3) Hydrodynamic coefficients
- (2) Evaluation of ship performance in actual seas and its changes
- (3) Lifecycle fuel consumption

Data Input Calculation Save Load Clear

Import from SALVIA-OCT.

Import from EAGLE-OCT.

© 2021 - OctarviaWeb - Privacy

# 普及活動：アプリ活用セミナー開催

## ShipDC（実船モニタリングデータ）とのアプリ接続

The screenshot shows the 'ShipDC' tab in the SALVIA-OCT application. It includes a 'Confirm available data' section with a 'key' field and a 'select key file' button. Below is a table of available data:

shipid	dataClass	datatype/shipField	availableFrom	availableTo
<input checked="" type="checkbox"/>	losData	ShipData	2021-10-01	2022-12-31

There are also 'Input target range' and 'Output to SALVIA-OCT' sections with various options and buttons like 'GET DATA', 'Check API LOG', 'Write to SALVIA-OCT', and 'Download CSV file'.

アプリ入力への反映

データダウンロード機能

事前にShipDCにてkeyファイルの発給が必要です。keyファイル発給のため、IoS-OPサービスへの申込が必要となります。その後、専用サイトより利用申し込みにより使用可能となります。

## POLARIS（気象海象データ）とのアプリ接続

The screenshot shows the 'POLARIS' tab in the SALVIA-OCT application. It includes a 'set date and position' section with a 'package' dropdown and radio buttons for 'use the data on voyage data\_A/B tab' and 'upload CSV file'. Below are 'Route Hindcast' and 'Route Hindcast Result' sections with status, message, request number, count, divide size, and type fields. There are also buttons for 'Route Hindcast Result' and 'Check API LOG'. At the bottom, there is a 'specification of waves' section with radio buttons for 'wind waves and swells' and 'resulting waves', and a checkbox for 'add wind data to voyage data\_A/B tab'. Buttons for 'Write to SALVIA-OCT' and 'Download CSV file' are highlighted.



2023年12月

これまでに  
14社参加

ご希望に応じて  
実施します。

専用サイトよりPOLARIS用アカウント発行の申し込みをすると使用可能となります。

## まとめ（OCTARVIAプロジェクト）

公正でかつ透明な手段で実海域実船性能評価法を構築し、真にGHG排出量を削減する船舶の建造及び運航を可能とする技術の確立を目指し、我が国の海事クラスターによる総合力を結集し、実海域実船性能評価プロジェクト（OCTARVIAプロジェクト）を実施しました。

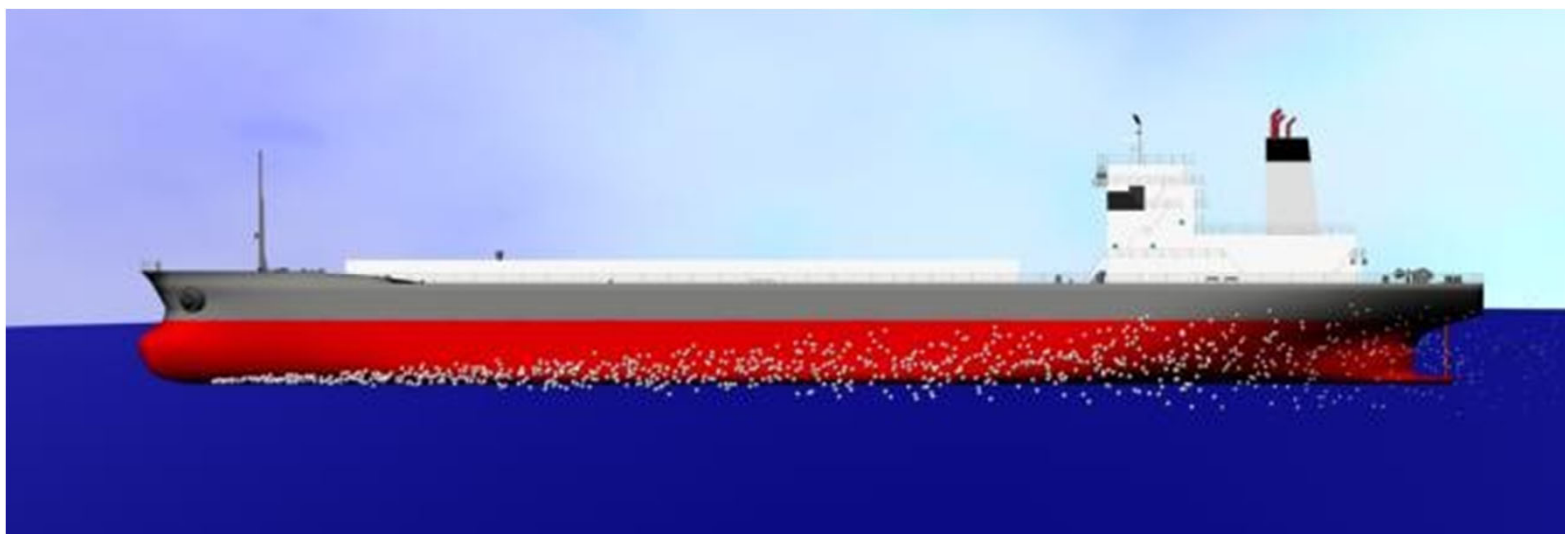
(1) モニタリング (2) シミュレーション (3) 評価

を組み合わせることで、公平かつ透明性をもったソリューションの提供が可能となります。

アプリ活用等、プロジェクト成果の社会利用を進めて行きます。

## 空気潤滑法について

- 船舶の船底に空気を吹出し、気泡で覆うことで、船底の摩擦抵抗を低減する手法です。
- 当所では、1995年から空気による船舶の摩擦抵抗低減方法について研究し、2008年1月に実船実験を**世界で初めて成功**させ、以降の各社空気潤滑法の実船適用に繋がっています。





# 空気を使って摩擦抵抗を減らす研究 長尺平板模型試験

## 空気を使って摩擦抵抗を減らす

相似則

ウェーバー数：気泡径、気泡のふるまいを決めるパラメータ  
レイノルズ数：摩擦抵抗を支配するパラメータ

その壁

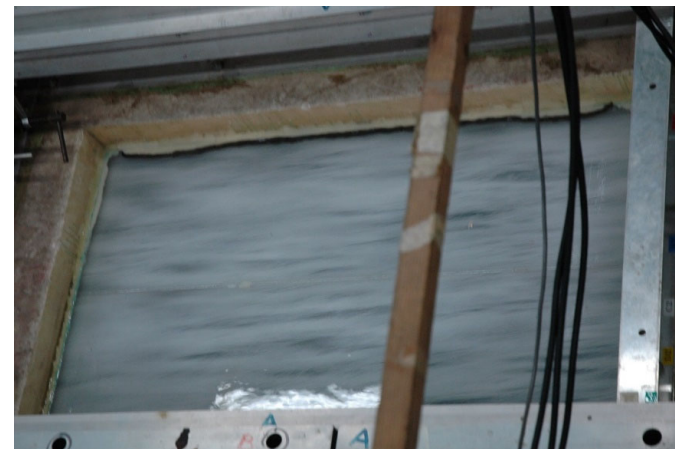
2つの相似則を満足させた縮尺模型や部分模型による試験が困難  
※現象の把握や実船への適用への高い壁

メガサイエンス

実船に近いスケールの模型船（全長50m）と実船と同じ速度を用いて、ウェーバー数・レイノルズ数を満足させた実験を実施



50m長尺平板模型試験による空気潤滑試験



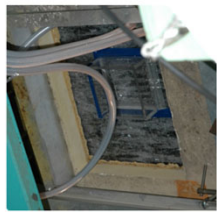
船底下の気泡流（速度7.72m/s,相当空気厚さ6mm）

# 空気潤滑現象の発見 マイクロバブルから空気潤滑へ

- 50m長尺平板模型の実験により、**流れ方向で起きる噴出空気様態の遷移現象**をとらえることができ、空気潤滑現象を発見。
- マイクロオーダーでなく、ミリオーダーの気泡で大きな抵抗低減効果を得られることを確認し、実船適用への道を拓く。

## 噴出空気様態の遷移現象

相当空気厚さ (6mm)



0.5(m)



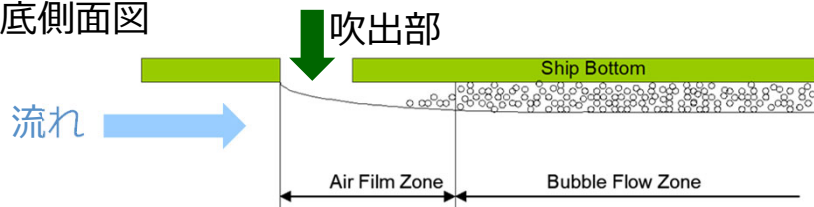
1.8(m)



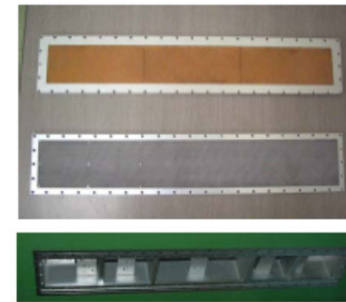
4.0(m)

吹出部からの距離

船底側面図



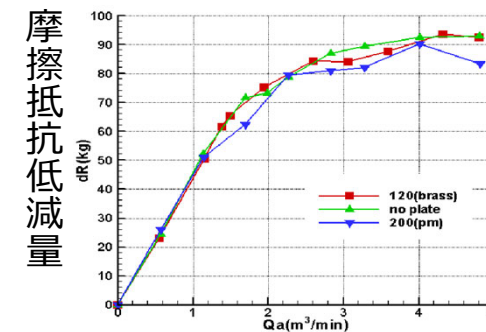
空気吹き出し部で膜状となった空気が水流による剪断力により引きちぎられ気泡化し、気泡流となる



焼結型多孔質板 (120µm)

ステンレス網型多孔質板 (200µm)

単純開口

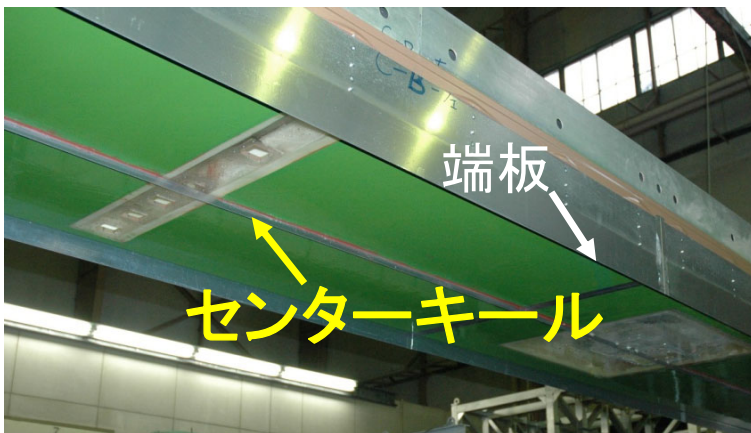


空気吹出方法による摩擦抵抗低減効果の違い

摩擦抵抗低減効果は吹出方法に依存しない

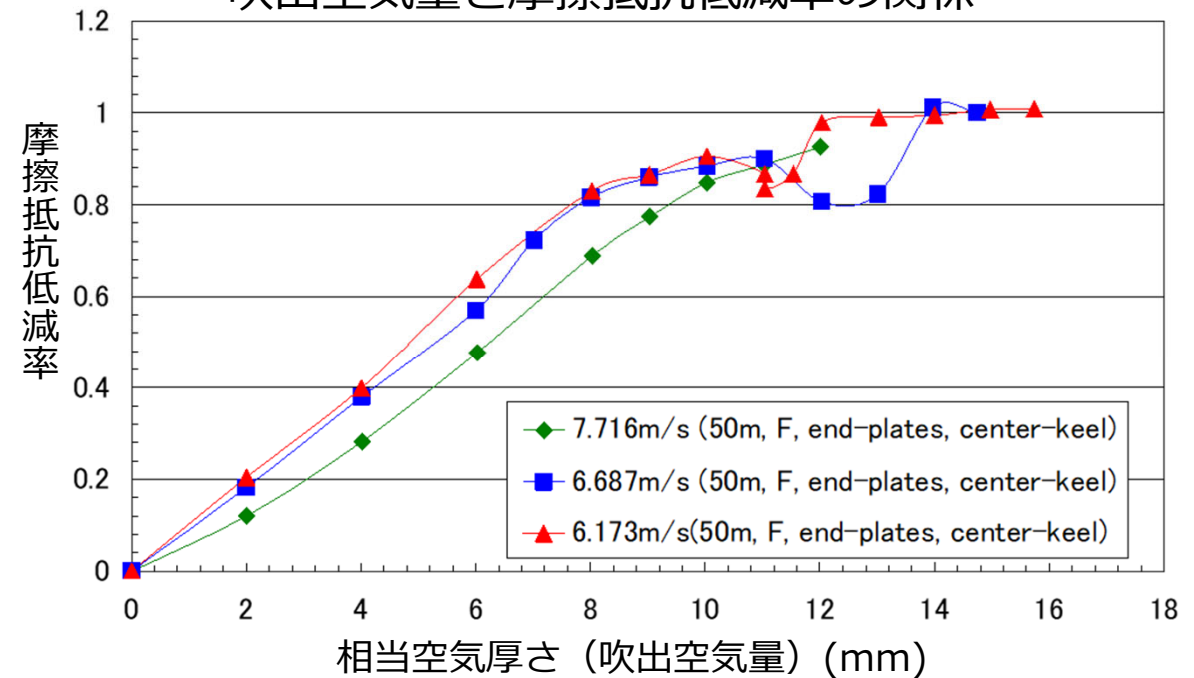
# 長尺平板模型を用いた摩擦抵抗低減試験

- 端板・センターキール付きの長尺平板模型による実験で100%近い摩擦抵抗低減率を達成。
- 空気吹出量と摩擦抵抗低減効果がほぼ比例することを確認。



長尺平板模型 (船底)

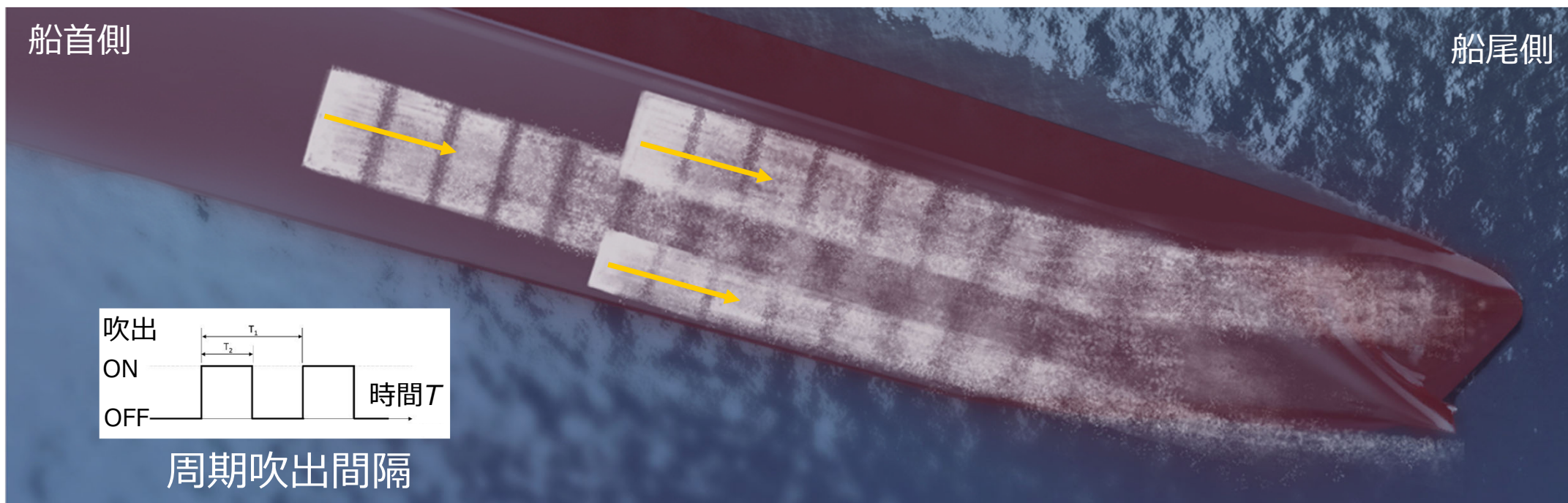
吹出空気量と摩擦抵抗低減率の関係



# 高度空気潤滑法 AdAM

高度空気潤滑法：AdAM（Advanced Air Lubrication Method）の研究開発

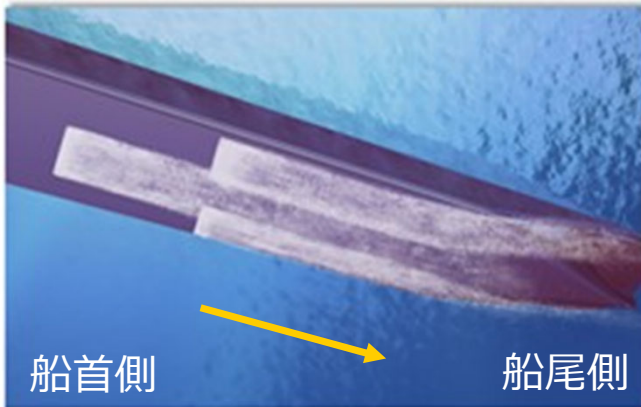
- (1) 周期吹出法の開発
- (2) 空気吹出制御法の開発



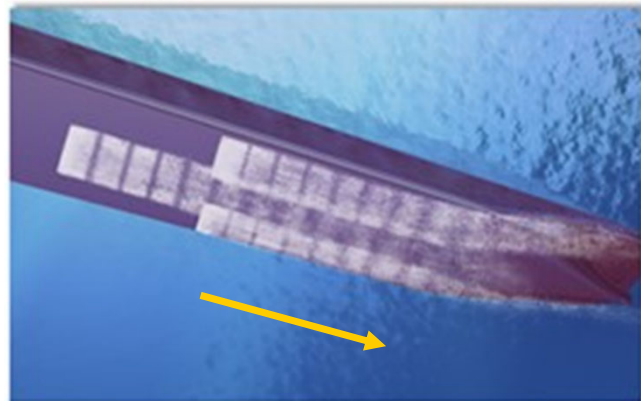
# 周期吹出法の開発

- 空気吹出を周期的に行うことにより、抵抗低減効果（省エネ効果）が増大します。
- 長尺平板模型試験により、連続吹出法に対し周期吹出法は摩擦抵抗低減率約8%の向上を確認しました。

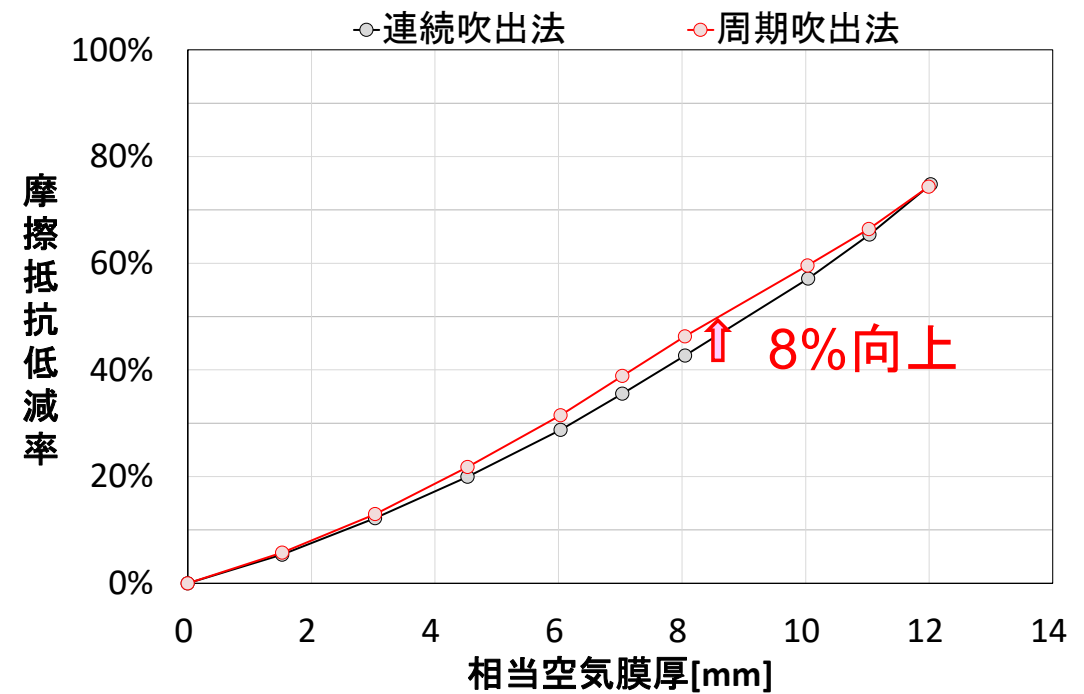
連続吹出法  
(従来方式)



周期吹出法  
(新方式)



吹出方法による摩擦抵抗低減率の比較



(曳航速度8m/s、吹出周期0.5Hz、デューティ比50%)

曳航速度8m/s、相当空気膜厚さ8mm  
吹出部から8.5m下流



連続吹出法

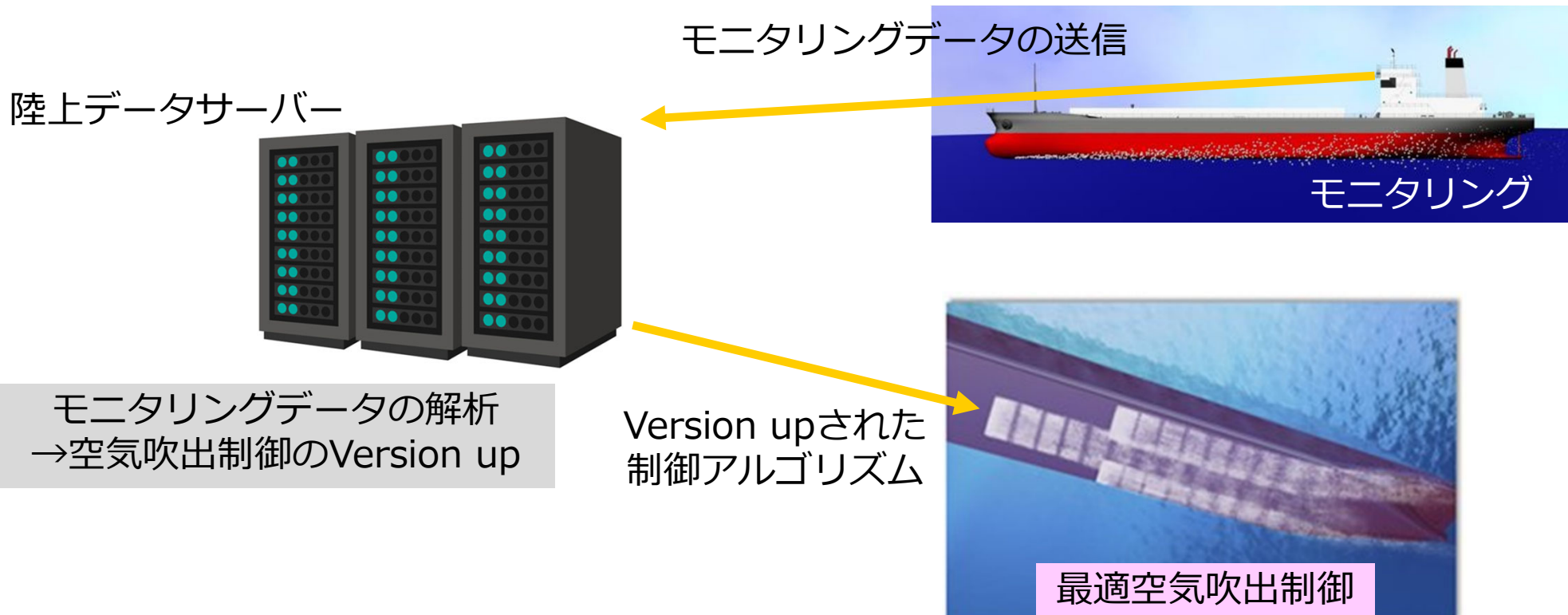


周期吹出法

(吹出周期0.5Hz、デューティ比50%)

# 空気吹出制御法の開発 システム化

- 実運航では、喫水・トリムなど船体の状態、船体動揺など気象海象条件により空気潤滑法の省工ネ効果が低下します。
- 船体の状態・気象海象条件に対応した空気吹出制御を行い、実運航時での実質的な省工ネ効果を向上（従来システムに対し燃費換算で約5%）させるシステムを開発。



## まとめ（高度空気潤滑法（AdAM））

船底を気泡で覆うことにより、船舶の摩擦抵抗を低減させることができるという科学的知見を元に、実船での適用を目的とした技術開発を行い、実船適用に成功しました。

更なる効果向上のため高度空気潤滑法（AdAM）の研究開発を実施しています。

(1)周期吹出法 (2)空気吹出制御法の開発により  
一層効果的なシステムで社会利用を進めて行きます。



## まとめ

船舶の実海域SDGsアクションに対する海上技術安全研究所の取り組み事例として

1)実海域実船性能評価（OCTARVIA）プロジェクト

2)高度空気潤滑法（AdAM）

を紹介しました。

今後、船舶部門では一層の効率輸送が求められ、「**実海域実船**」が**差別化技術のキー**となります。

海上技術安全研究所では皆様との研究開発を通して社会課題の解決に取り組んで参ります。

ご清聴ありがとうございました

