

OCTARVIAプロジェクト（フェーズ1・フェーズ2） の成果

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

本日の講演内容

はじめに・・・OCTARVIAプロジェクトの目指すもの

OCTARVIAの成果

- ① 実船モニタリングデータ解析法
- ② 実海域性能推定法
- ③ 船舶のライフサイクル評価
- ④ 計算プログラムの公開

まとめ

OCTARVIA（実海域実船性能評価）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。

OCTARVIA（実海域実船性能評価）プロジェクトの目指すもの



社会的背景

2017年

海運・造船の市況低迷および中韓造船の台頭を受けて、我が国海事クラスターの間で、国際競争における優位性確保には総合的な技術力とイノベーション力を高める戦略的技術開発が不可欠との認識が高まる。

方針

- ・「海事クラスター共同研究」を企画
- ・まずは共通テーマの「実海域実船性能評価」から開始
- ・オープンイノベーション型プロジェクトにて対応

SDGs

社会貢献

- ・各社ビジネスでの利用
- ・それを支援する国際標準化

研究テーマ

フェーズ1

2017.10-2021.3

オープンイノベーション

海事クラスター：船社・造船・舶用メーカー等で実施

技術課題

代替燃料の対応
低速運航の対応

フェーズ2

2022.3-2024.3

主なテーマ	内容	成果	備考
運航段階での評価	実船モニタリングデータ解析法	アプリ（SALVIA-OCT.web）	外部データ接続を実施
設計段階での評価	実海域性能推定法	アプリ（OCTARVIA-web）	外乱修正にも使用
船主への提示方法	船舶のライフサイクル評価法	標準化（新規ISO提案へ）	

OCTARVIA（実海域実船性能評価）プロジェクト



海事クラスター共同研究

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

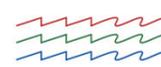
フェーズ1：2017年10月～2021年3月（3年半）

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



本日の講演内容

はじめに・・・OCTARVIAプロジェクトの目指すもの

OCTARVIAの成果

- ① 実船モニタリングデータ解析法
- ② 実海域性能推定法
- ③ 船舶のライフサイクル評価
- ④ 計算プログラムの公開

まとめ

成果①：実船モニタリング解析法の標準化（RCM）



<データ取得の標準化：フェーズ1>

（課題）

性能解析のために必要なデータ項目がよく分からない



性能解析のためには14項目のデータ取得で良い

船上計測項目

No.	計測項目	No.	計測項目
1	計測日時	8	舵角
2	船位（経度）	9	相対風速
3	船位（緯度）	10	相対風向
4	対地船速	11	主機回転数
5	対水船速	12	主機出力
6	船首方位	13	運航喫水（排水量）
7	針路	14	燃料消費量

* 波浪計測があるとさらに良い

<解析法の標準化：フェーズ1>

（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



成果①：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
発項目

BHP [kW]
○ 外乱補正後データ
○ 平水中に近いデータ

<手法標準化>

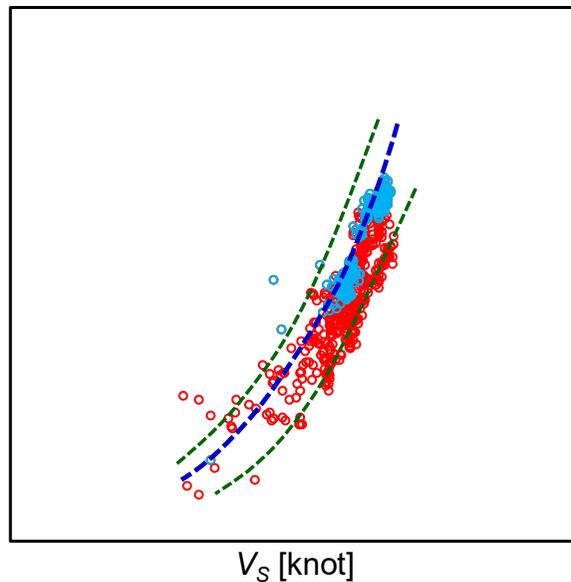
平水中からの抵抗増加率 (δR) を用いた
評価法（船のサイズによらない）

カーブフィット適切性を示す品質管理情報
（Pass Grade）を出力

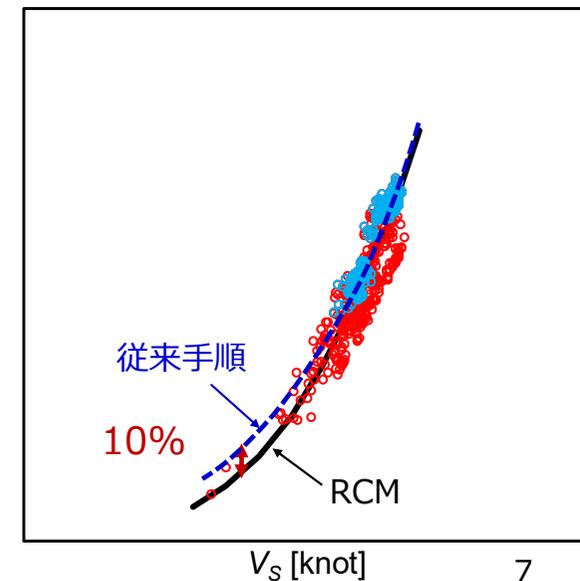


RCM
（抵抗閾値法）

RCM; Resistance Criteria Method



BHP [kW]



RCM（抵抗閾値法）のポイント



- (1) 平水中からの抵抗増加率 (δR) を用いた評価法
- (2) 品質情報 (Pass Grade) を出力

主機出力 BHP ・ 主機回転数 N_E ・ 船速 V_S の表現

$$BHP = a_n \cdot N_E^{b_n}$$

$$N_E = d_{nv} \cdot V_S$$

- (1) 外乱修正後のデータに対し、2種類のデータ抽出を行う

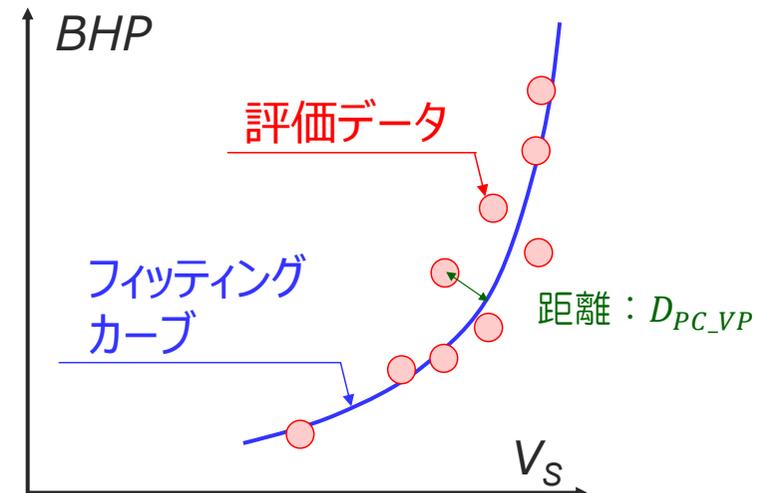
- ・ 平水中に近いデータ
⇒ $\delta R \leq 10\%$ 「評価データ」
- ・ 波、風がある程度存在する中でのデータ
⇒ $\delta R \leq 50\%$ 「フィッティングデータ」

- (2) フィッティングカーブ周りの評価データのばらつきを距離 (D_{PC_VP}) で計測

A) ある閾値以下であれば終了

B) ある閾値を超える場合、フィッティングデータの δR を下げてカーブ再作成

⇒ 閾値以下にならない場合は係数処理 ($b_n = 3$) して終了



低速を含む幅広い範囲で品質情報のあるフィッティングカーブを出力

RCM（抵抗閾値法）のポイント



（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

➡ 平水中からの抵抗増加率（ δR ）を用いた評価法
気象海象のフィルタリング値を標準化（船のサイズによらない方法）

（課題） 解析手法が標準化されていない

➡ RCM（抵抗閾値法）による標準化
低速を含む幅広い範囲で品質情報のあるフィッティングカーブを出力することが可能

（課題） 解析結果の良否は主観的（品質管理されていない）

➡ 品質情報（Pass Grade）を出力
外乱補正データで作成したカーブフィッティング結果と平水中に近いデータを比較し、ばらつきを見る

<Pass Grade>

(Pass) 合格

(G1) 条件（ δR ）変えて合格

(G2) 条件変えても合格せず（係数処理）

(G3) 判定不能（係数処理）

☆実海域実船性能の検証技術の標準化へ（フェーズ2）

国内外ベンチマーク



<試験法・解析法の標準化>

フェーズ1：国内外ベンチマークで試験法・解析法の検証

フェーズ2：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

波浪中抵抗試験

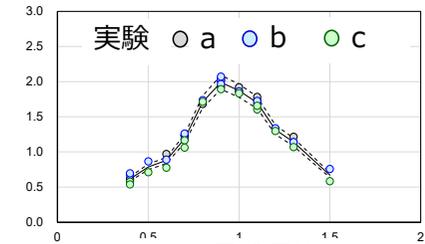
荷重度変更試験

斜航試験

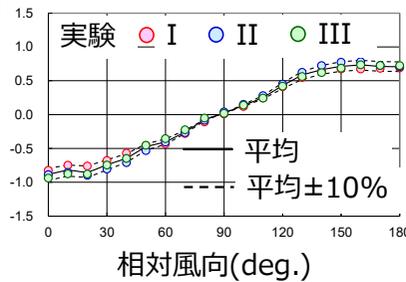


波浪中抵抗増加係数(向波)

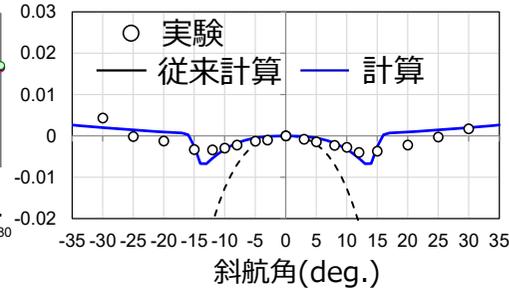
— 平均 - - - 平均±5%



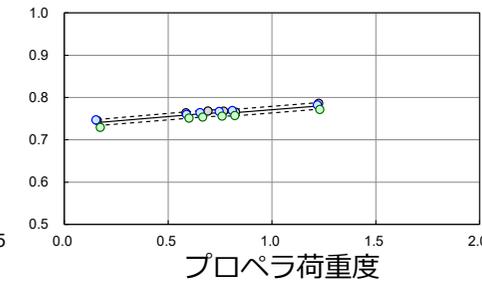
風圧前後力係数



斜航前後力係数

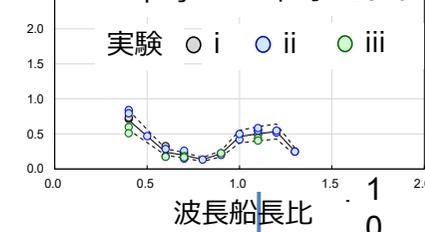


伴流係数



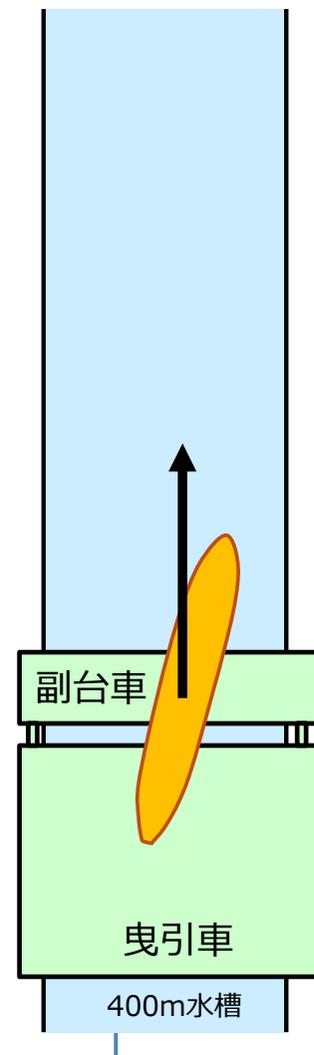
波浪中抵抗増加係数(横波)

— 平均 - - - 平均±20%



1
0

斜航試験 (400M水槽)



成果②：実海域性能推定法の標準化



規則波中抵抗増加

$$K_{AW} = \alpha_M K_{AWM} + K_{AWR} + K_{AWroll}$$

主に船体運動に基づく抵抗増加係数 (K_{AWM})
 K_{AWM} の修正項 (反射波抵抗増加係数) (K_{AWR})
 横揺抵抗増加係数 (K_{AWroll})

<横揺抵抗増加：フェーズ1> (課題)

斜波中抵抗増加の精度を向上したい

⇒ エネルギー関係式から横揺抵抗増加係数 (K_{AWroll}) を導入

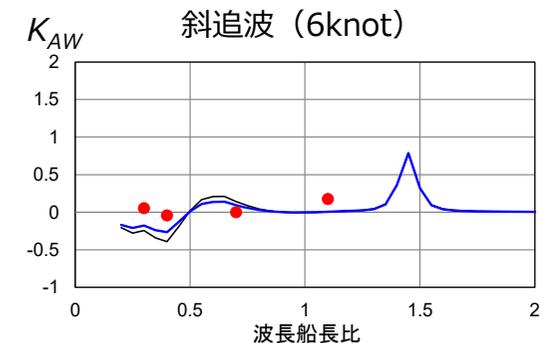
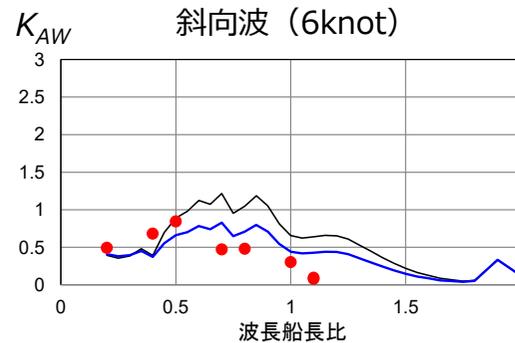
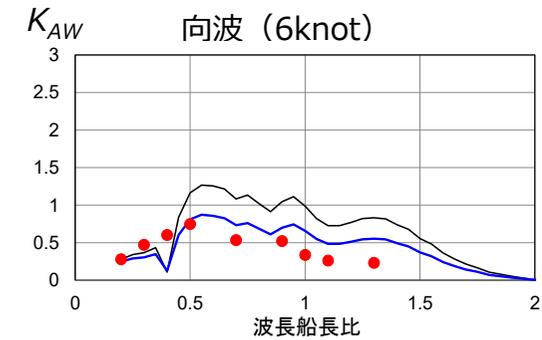
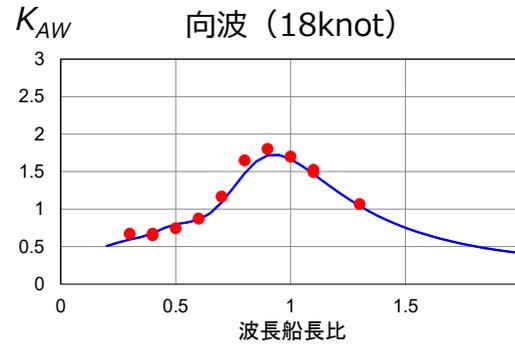
<低速での波浪中抵抗増加：フェーズ2> (課題)

低速 ($F_r < 0.1$) で波浪中抵抗増加の推定が過大

⇒ 修正係数 α_M を船速の関数として導入

大型コンテナ船の例

● 実験 — 従来計算 — 計算



縦軸：規則波中抵抗増加係数 (K_{AW})

成果②：実海域性能推定法の標準化



<方向スペクトラムの利用：フェーズ2>

現状 波浪緒元（波高、波周期、波向）を利用し、標準スペクトラム形状を**仮定**して計算

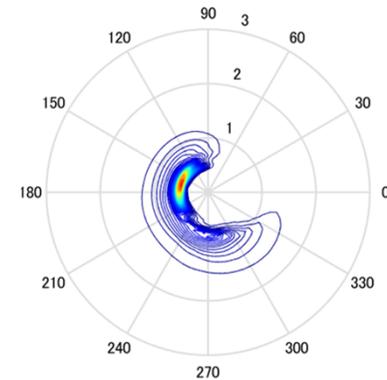
今後 方向スペクトラム（計測、数値予測）の利用

（課題）

幅広い角度分布の場合は標準スペクトラムでは限界

波浪緒元に対してデータ量が制約

方向スペクトラムの例



スペクトラムの利用基準

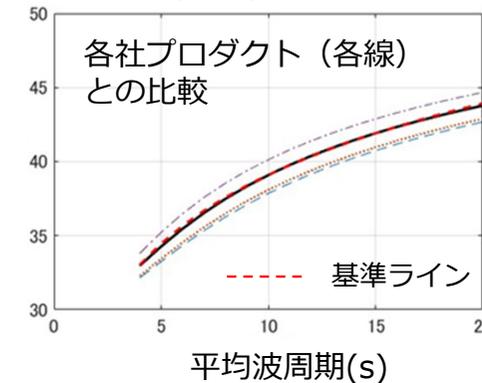
性能評価：平均分散角が基準ライン±15度以内であれば標準スペクトラムが使用可能

※波浪緒元に平均分散角（ θ_k ）の情報を追加すれば利用可能

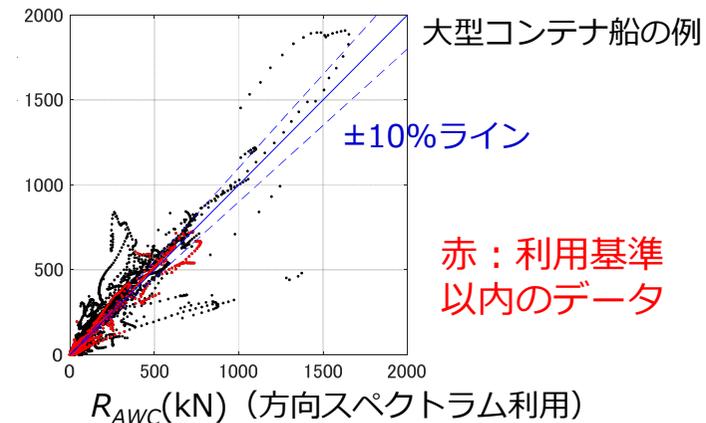
$$\theta_k = \frac{180}{\pi} \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{M_{00}} \sqrt{M_{01}^2 M_{20} - 2M_{10} M_{01} M_{11} + M_{10}^2 M_{02}}}{M_{10}^2 + M_{01}^2} \right]$$

M_{pq} は方向スペクトラムモーメント

平均分散角(deg.)



R_{AWC} (kN) (標準スペクトラム利用)



R_{AWC} ：短波頂不規則波中抵抗増加

成果②：実海域性能推定法の標準化



<代替燃料の利用：フェーズ2>

対象燃料	
	LNG
	LPG
	アンモニア
	メタノール
	水素
	バイオ燃料

中低速ディーゼル機関を対象に計算

パイロット燃料を考慮

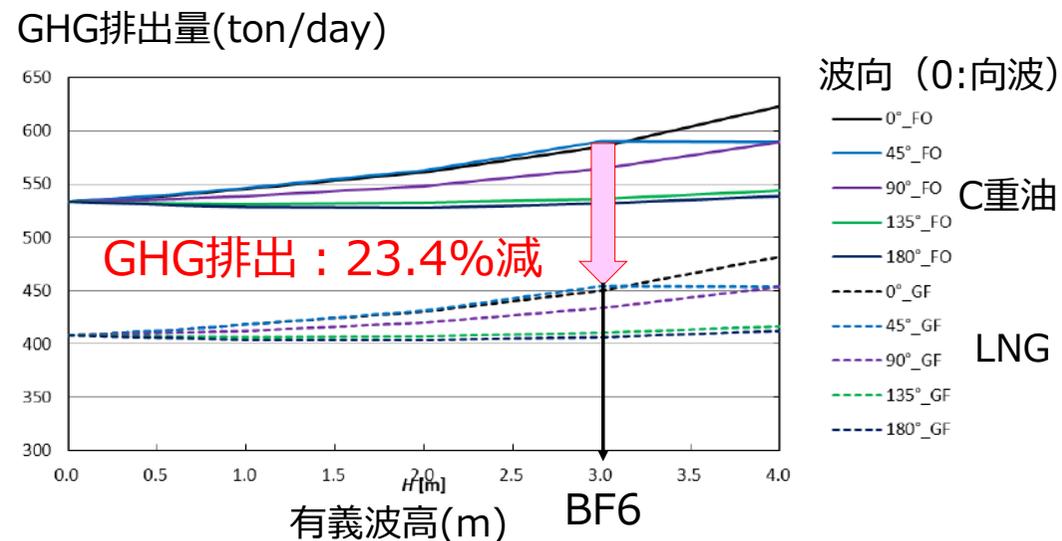
補機燃料消費量を考慮

LNG：メタンスリップ 燃料消費量の0.9%（デフォルト値）

アンモニア：亜酸化窒素（ N_2O ） 燃料消費量の0.1%（デフォルト値）

上記はデフォルト値の他、入力も可能

大型コンテナ船（C重油/LNG燃料）の例



成果②：実海域性能推定法の標準化



<性能推定法の標準化：フェーズ1>

- ・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：フェーズ2>

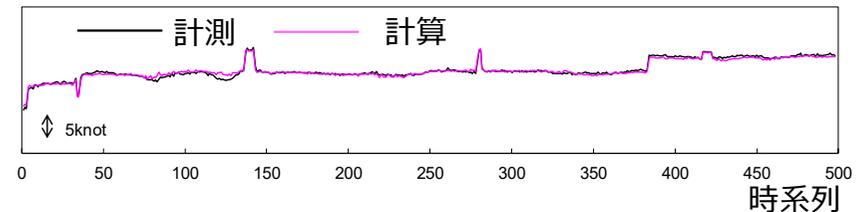
(課題)

実海域実船性能についてユーザー自ら検証可能な方法

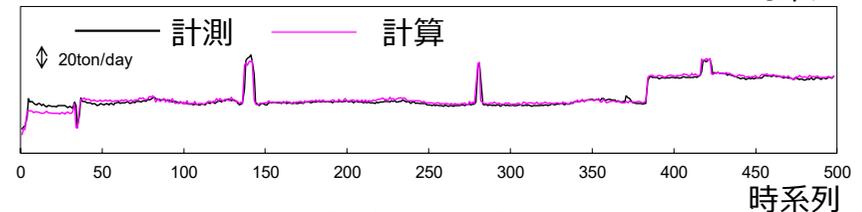
RCMを適用 (気象海象のフィルタリング値を拡張)

実船計測データ (16隻) による検証

船速
(knot)

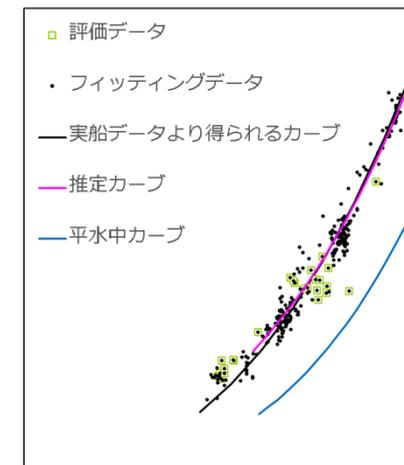


1日当たり燃料消費量
(ton/day)



Engine power [kW]

PCC
EC3 (向波向風)
平均風速12.6m/s
有義波高4m
平均波周期7.7s



Ship speed [knot]

Tsujimoto, M. et al.: Development of Performance Evaluation of Ships in Actual Seas - OCTARVIA Project - , Proc. of HullPIC 2020.

Sogihara, N.: Evaluation of Ship Performance in Actual Seas Using Onboard Monitoring Data -Application of Resistance Criteria Method to Designated Weather Condition-, Proc. of JASNAOE, Vol. 32, 2021.

櫻田他:RCMによる実海域実船性能の検証法の開発、第24回海上技術安全研究所研究発表会ポスターセッション、2024.

成果③：船舶のライフサイクル評価



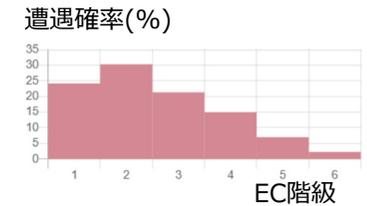
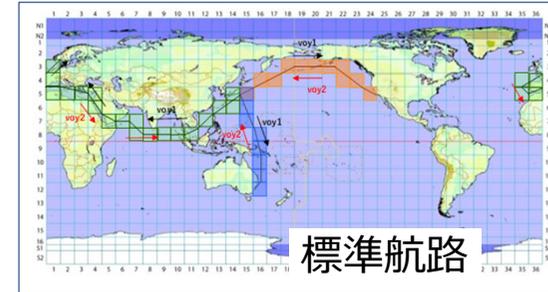
<船舶のライフサイクル燃費評価法：フェーズ1>

<GHG排出量に拡張：フェーズ2>

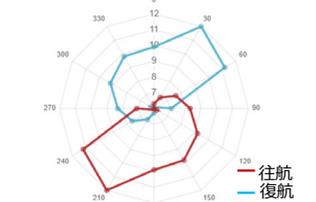
入力 評価期間・航路
個船情報・生物汚損／経年劣化

出力 運航によるGHG排出量・燃料消費量

標準運航モデルでの計算



風向波向の遭遇確率(%)

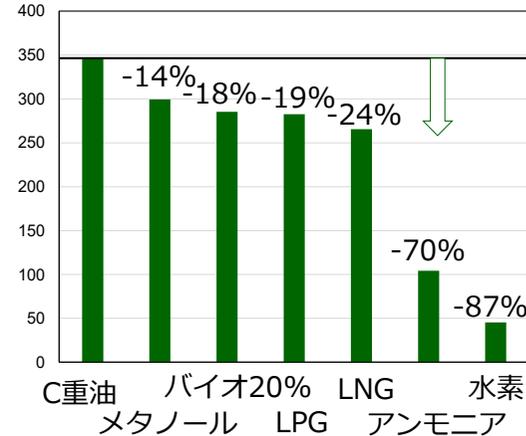


短期海象 (EC海象)

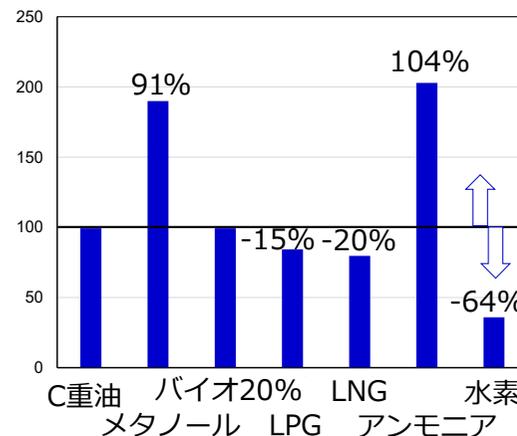
EC	平均風速 [m/s]	有義波高 [m]	平均波周期 [s]
1	4.4	1.25	4.3
2	6.9	2.0	5.5
3	9.8	3.0	6.7
4	12.6	4.0	7.7
5	15.7	5.5	9.1
6	19.0	7.0	10.2

遭遇海象の長期統計

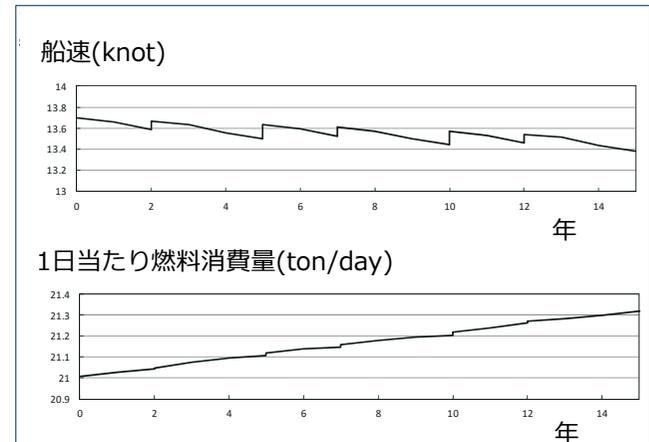
GHG排出量 [ton/day]



燃料消費量 [ton/day]



性能のライフサイクル変化



船舶のライフサイクルGHG/燃料使用量から、
性能改善・投資効果の判断が**分析的に**可能

Kuroda, M. et al.: Development of the Evaluation Method for Life Cycle Ship Performance, J. JASNAOE, Vol. 34, 2021.
Kuroda, M. et al.: Evaluation of ship performance in terms of shipping route and weather condition, Ocean Engineering, Vol. 254 2022.

フェーズ2：OCTARVIAで開発した標準手法を国際標準化へ

- ☆実船モニタリングデータ解析標準手法
- ☆実海域性能推定標準手法
- ☆船舶のライフサイクル評価標準手法

実海域実船性能（Performance of Ships in Actual Seas）

ISO/TC8/SC2
（環境分科会）

第1部：実海域性能評価法

（Part1: Evaluation method of Ship Performance in Actual Seas）

第2部：船舶のライフサイクル燃料消費量指標

（Part2: Index for Life Cycle Fuel Consumption）

成果④：計算プログラムの公開



NMRIクラウドでの公開：フェーズ1

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

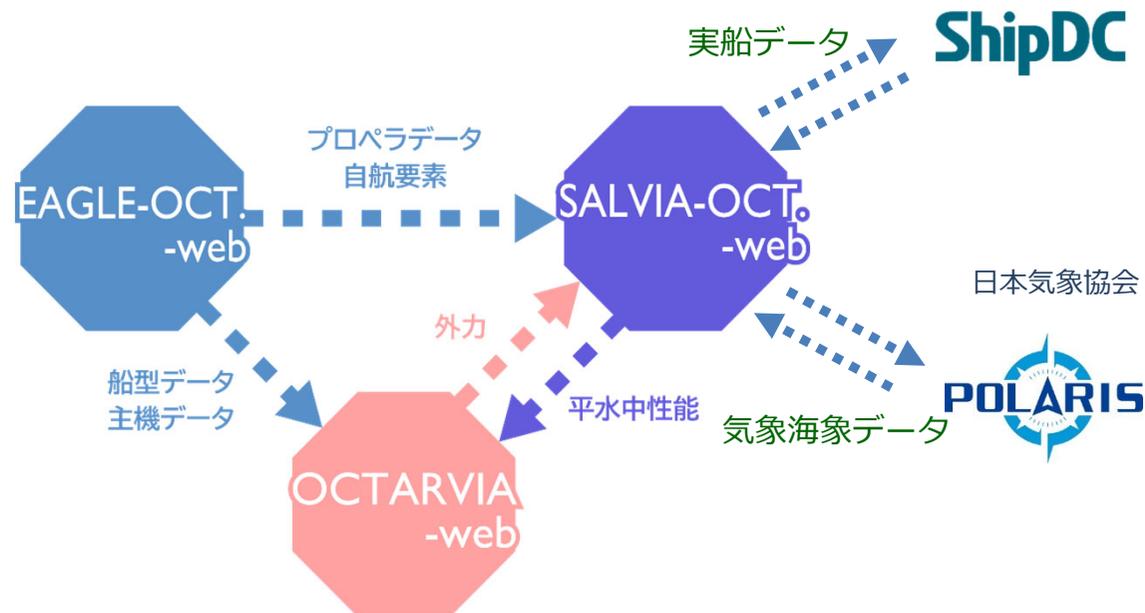
船社や舶用品メーカーでも十分な精度
で計算可能
(詳細船型データを簡易推定)

外部データとの接続：フェーズ2

- ・実船モニタリングデータ
- ・気象海象データ

機能限定版（無償）

フル機能版（有償）



OCTARVIA webアプリ契約手続きは以下から
<https://unicus.jp/licensing/octarvia/index.html>
<https://unicus.jp/licensing/salvia/index.html>
<https://unicus.jp/licensing/eagle/index.html>

成果④：計算プログラムの公開



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

成果④：計算プログラムの公開



ShipDC（実船モニタリングデータ）とのアプリ接続

POLARIS（気象海象データ）とのアプリ接続

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

データ接続

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。

status: Succeeded message: []

request number: 14-21 count: 1440

divide size: 8 Type: 1:CSV

status: Succeeded message: []



セミナーの様子
(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

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。

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

研究成果の活用により社会課題の解決が図られます。

ご清聴ありがとうございました



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
National Maritime Research Institute

