

## OCTARVIA プロジェクトの概要

辻本 勝\*, 松本 光一郎\*\*, 太田垣 由夫\*\*\*, 大和 裕幸\*\*\*\*

### Summary of Performance Evaluation of Ships in Actual Seas - OCTARVIA Project -

by

TSUJIMOTO Masaru, MATSUMOTO Koichiro, OHTAGAKI Yoshio  
and YAMATO Hiroyuki

#### Abstract

Japan is one of the leading maritime nations in the world. Historically, the shipping, shipbuilding, ship machinery and equipment industries developed technologies simultaneously, forming a maritime cluster which has close ties to educational, R&D, and inspection institutions.

In October 2017, the OCTARVIA Project was launched to promote collaborative research amongst the maritime cluster and address common and long-term research objectives in the industry, such as the evaluation of ship performance in actual seas. The project was divided into three sub-themes and a working group was created for each sub-theme to establish of an index that can be used to objectively evaluate ship performance in actual seas. The working groups consist of S1-WG for establishing a method of monitoring ship performance in actual seas, S2-WG for establishing a method of estimating ship performance in actual seas and S3-WG for evaluating ship performance in actual seas. The life-cycle fuel consumption of a main engine was established as the evaluation index, and the target estimation accuracy of fuel consumption was set to an error within 2%.

In this paper, the background of the OCTARVIA project is introduced. Then, the targets, outcomes, and goals of the project as well as the results obtained is outlined.

---

\* 流体設計系, \*\* 一般財団法人次世代環境船舶開発センター（研究当時：ジャパン マリンユナイテッド株式会社）, \*  
\*\* 株式会社シップデータセンター（研究当時：ジャパン マリンユナイテッド株式会社）, \*\*\*\* 一般財団法人次世代  
環境船舶開発センター（研究当時：国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所）

原稿受付 令和 3年 7月 26日

審査日 令和 3年 8月 16日

## 目 次

1. はじめに	2
2. 海事クラスター共同研究の設立経緯	3
2.1 海事クラスター共同研究の設立	3
2.2 共同研究プロジェクトの概要と特徴	4
3. プロジェクトの目標と実施	4
3.1 プロジェクトの目標と期待される効果	5
3.2 研究の実施と成果	6
4. まとめ	8
謝辞	8
References	8

## 1. はじめに

我が国海事産業は、海運・造船・舶用工業が一体となって発展してきた歴史的経緯があり、教育機関・研究開発機関・検査機関とも互いに強く結びついて支えあう「海事クラスター」を形成することで得られた総合的な技術力などによって、高い国際競争力を有し長期間にわたり世界のリーディングカントリーの地位を確保してきた。

しかしながら、昨今の環境規制の強化等により、国際的競争がさらに厳しいものとなる中で、我が国海事産業が今後も引き続き国際競争における優位性を確保するためには、国際競争力の根幹である総合的な技術力、特にその核となる革新的な研究開発（イノベーション）について、抜本的な対策を講ずることが強く認識されている。

このような中、我が国海事産業の持続的発展に不可欠な産学官の人材の糾合と技術の統合化を推進する研究開発のクラスター拠点として、また、課題の調査提案等の戦略的アプローチに基づき、クラスターの結集が不可欠な共通的・長期的な研究課題に取り組み（シーズ開発・プロジェクト実施）、その成果の最大化を図ることが重要である。そのために、海事クラスター共同研究の推進体制を構築することとし、学術的にも高度な基礎技術分野で、かつ、次世代環境規制の対応にクラスターの結集が不可欠な実海域性能をテーマとした海事クラスター共同研究「実海域実船性能評価プロジェクト（OCTARVIA プロジェクト）」を2017年10月に開始した<sup>1)</sup>。

このプロジェクトは、オープンイノベーションを行うことを目的に、海運・造船・舶用工業（ここではプロペラ・舵・塗料・主機ガバナー会社）の産業界はもとより、船級・気象コンサルタント・研究開発機関の我が国の海事産業分野の企業等から、表1に示す25機関が参加した。

本稿では、その設立経緯や、プロジェクトの取り組み等について紹介する。

表1 OCTARVIA プロジェクト参加機関（2021年3月時点）

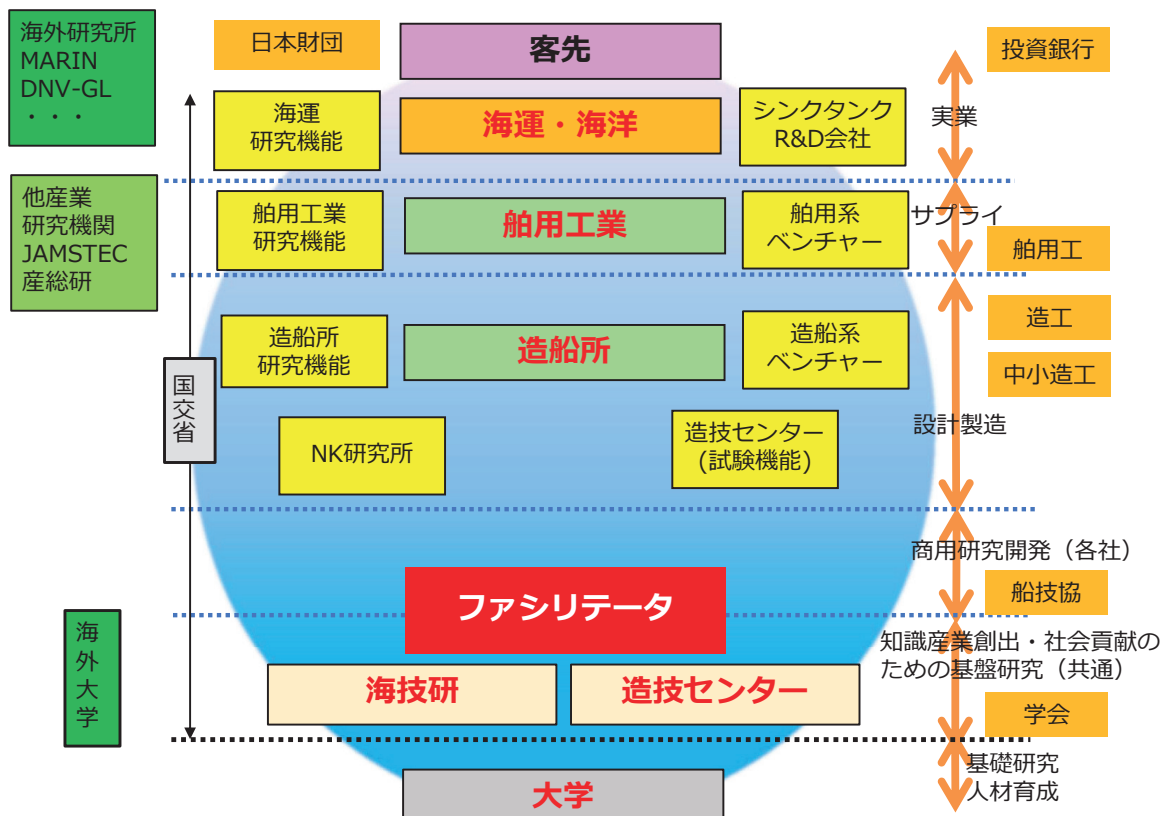
分野（参加機関数）	機関名
海運会社（3）	川崎汽船（株）、（株）商船三井、日本郵船（株）
造船会社（12）	今治造船（株）、（株）大島造船所、川崎重工業（株）、（株）新来島サノヤス造船、ジャパン マリンユナイテッド（株）、（株）新来島どつく、住友重機械マリンエンジニアリング（株）、常石造船（株）、内海造船（株）、（株）名村造船所、三井E&S造船（株）、三菱造船（株）
塗料会社（3）	関西ペイントマリン（株）、中国塗料（株）、日本ペイントマリン（株）
プロペラ・舵会社（3）	かもめプロペラ（株）、ジャパン・ハムワージ（株）、ナカシマプロペラ（株）
主機ガバナー会社（1）	ナブテスコ（株）
船級協会（1）	（一財）日本海事協会
気象コンサルタント（1）	（一財）日本気象協会
研究機関（1）	（国研）海上・港湾・航空技術研究所

## 2. 海事クラスター共同研究の設立経緯

### 2.1 海事クラスター共同研究の設立

我が国の経済・産業構造の変化及び安全・環境の規制の国際動向などの海事産業を巡る環境の変化を踏まえ、海事関係の有志メンバーにより、国際競争における優位性の確保やその方法等の検討が行われ、我が国海事産業の持続的発展に不可欠な産学官の人材及び技術の統合化を推進し、戦略的アプローチに基づいた海事クラスターによる共通的・長期的な研究課題への取組み（シーズ開発・プロジェクト実施）と、その成果の最大化を図ることが重要との結論に至った。図1に海事クラスター共同研究の構想を示す<sup>2)</sup>。

今後も、実海域実船性能評価プロジェクト以外の我が国海事クラスターにとって有益な様々なプロジェクトが、その内容に応じた適切な研究拠点にてしっかり実施されていくことが期待されている。



- 基本原則
  - 産業の持続的発展のため海事クラスターの結集が不可欠な共通的・長期的な研究テーマとする
- 研究テーマの分類
  - 分類① 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  
(安全・環境等の規制, IoT等のインフラ開発等を取り上げる)
  - 分類② 企業単独では実施に際してのリスクが高い研究テーマ  
(海洋資源開発, 代替燃料転換等の先端革新技術等を取り上げる)
  - 分類③ 学術的に高度な基礎的研究テーマ・将来技術の萌芽的研究テーマ  
(原理解明, 解析/評価, 実験/シミュレーション技術等を取り上げる)

図1 海事クラスター共同研究の基本構想

## 2.2 共同研究プロジェクトの概要と特徴

船舶からの地球温暖化ガス（GHG）の排出削減を進める必要があり、国際海事機関（IMO）でも技術的手法、運航的手法による排出規制が実施されている。一層の GHG 排出削減を進めるためには船舶が実際に運航する波や風のある海域（実海域）の中での速力、燃料消費量等の性能（実海域性能）を正確に評価する技術が重要となる。すなわち、実海域性能が正確に分かれれば、設計、運航に活かすことができ、物流の高効率化や GHG 削減に貢献できる。また、実海域性能に優れた船を評価することができるということは船舶の付加価値の見える化、差別化が可能になることを意味する。実海域実船性能評価は、図 1 に示したテーマ分類①②に該当することから、海事クラスター共同研究のプロジェクトとして発足することとなった。

なお、本プロジェクトは、今までの共同研究にはない下記の特徴を有する。

- ①参加各機関は、研究費を均等に負担する。
- ②参加各機関は、基本的に均等な役割負担を条件とし、自ら担当のテーマを擁し、自身で着実に研究を実施する。
- ③参加各機関の共同研究活動において生じた知的財産は、海上・港湾・航空技術研究所にて一括管理する（海上・港湾・航空技術研究所が知的財産の出願申請者かつ所有者で維持を行う）。
- ④知的財産等研究の成果は、参加各機関の間で平等に享受する（知財実施権を、資本支配率 50%を超える子会社も含め、平等に実施権を取得可能）。

また、プロジェクトへの途中参加を容易にするため、規約方式での契約とした。従来の共同研究契約方式では途中参加には全機関の合意が必要となり、同業他社の参加を困難にするが、規約方式では、規約に賛同する機関が共同事務局の日本海事協会と海上・港湾・航空技術研究所と契約することになる。同様に、知的財産についても、海上・港湾・航空技術研究所で一括管理することにより、第三者への許諾等の手続きを容易にした。

研究対象は技術を正しく評価できる仕組み作りとその技術開発という共通基盤領域とし、差別化できる製品・サービスの提供等の競争領域となる取り組みは各機関で行うこととした。

## 3. プロジェクトの目標と実施

本プロジェクトは、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」の確立を目的に 2017 年 10 月から 2021 年 3 月までの 3 年半で実施した。運営体制を図 2 に示す。

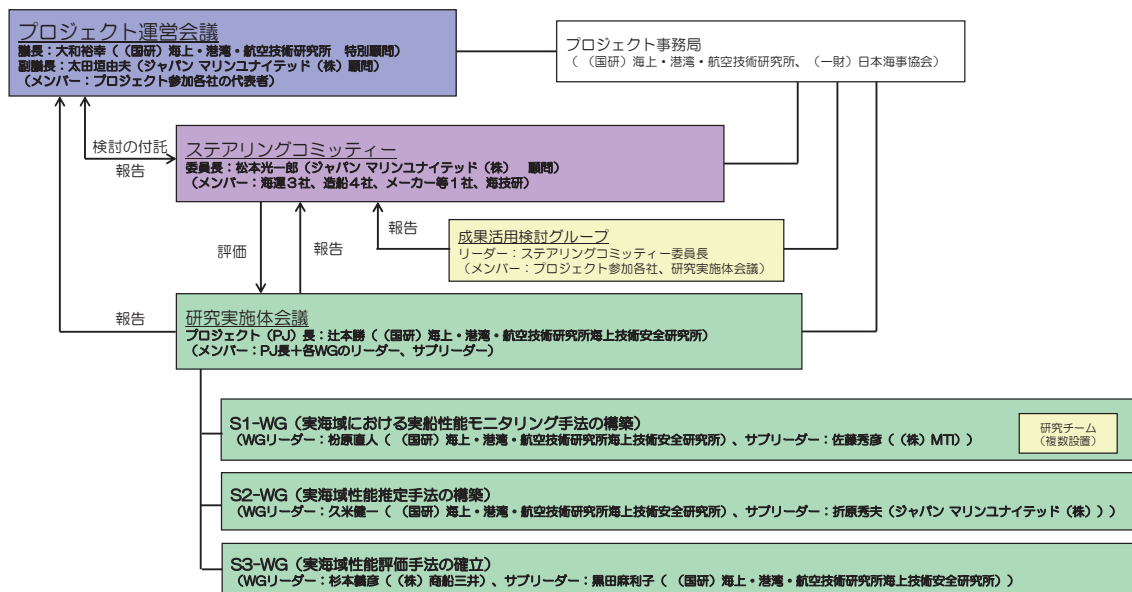


図 2 実海域実船性能評価（OCTARVIA）プロジェクトの運営体制（2021年3月時点）

プロジェクト運営会議の下に、ステアリングコミッティーを設置し、研究は、研究実施体会議とその下の3つのワーキンググループ (WG) 及び研究チームで実施する。さらに最終年度には成果活用グループを設置し、本プロジェクトの成果をどのように活用していくかの検討も行った。なお、秘匿性の高い実船モニタリングデータを取り扱うため、WG内に関係者からなる研究チームを設け、守秘に配慮して実施した。また、検討テーマにより、高度な学術的知見を有する大学の協力も得ている。

本プロジェクトの予算は3年半で約6.6億円であり、これを参加機関で均等負担している。

また、各機関での研究実施を確実にするため、プロジェクト開始当初に業務分担を定め、各機関1~3の主担当を持ち実施した。

### 3.1 プロジェクトの目標と期待される効果

研究実施にあたり、取組む課題を明確にした。図3はその課題をまとめたものである。

海上試運転での平水中性能確認手法はほぼ確立されているが、それとは異なり、実運航では、航海ごとに排水量、主機回転数が異なり、波や風の外乱や流れの影響を受ける。経年劣化、生物汚損の影響、モニタリング方法や機器の精度、模型試験方法、解析法、数値計算方法等取り組むべき課題は非常に多岐に亘り、企業単独での取り組みでは限界がある。一方、これらの課題を海事クラスター共同研究の枠組みで解決していくことで、同じ土俵の上で、新たに挑戦できる競争分野が開けてくることも期待できる。

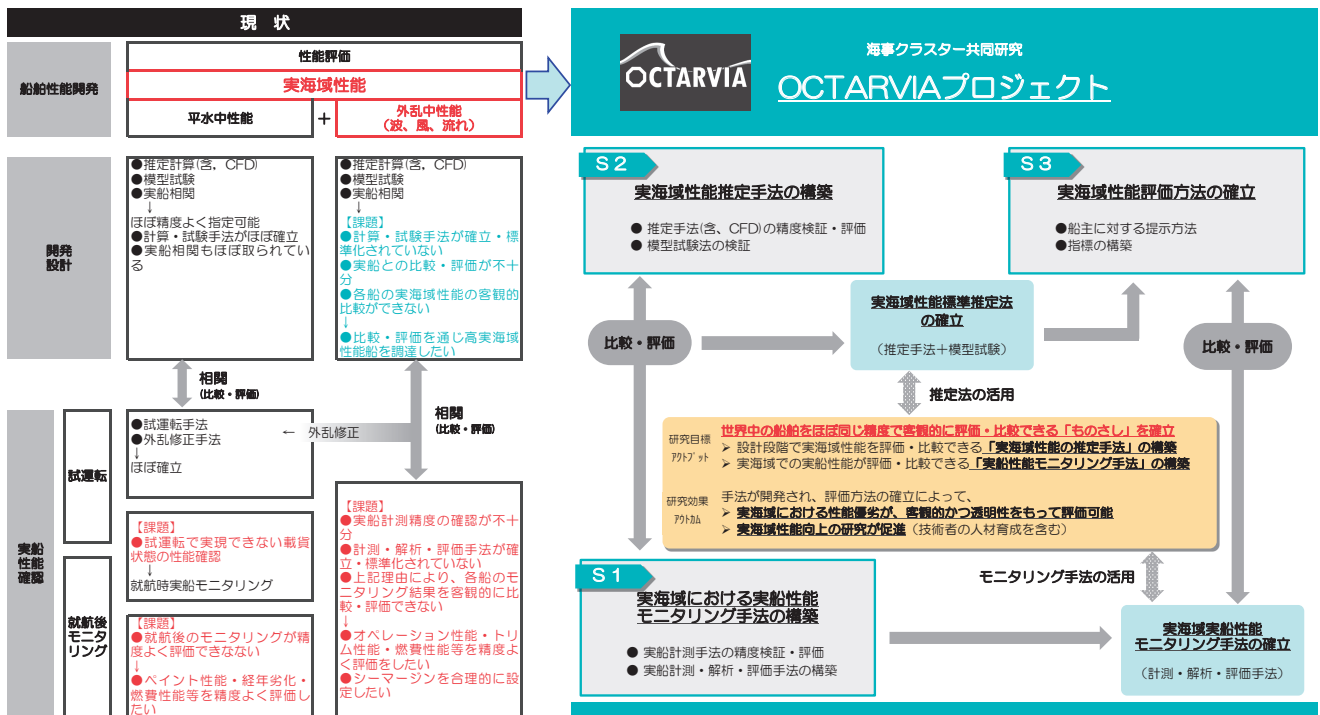


図3 実海域実船性能評価に関する現状の課題とプロジェクトの目標

上記の課題認識を踏まえ、研究目標（アウトプット）を

- ・設計段階で評価・比較できる「実海域性能の推定手法」の構築
- ・実海域での実船性能が評価・比較できる「実船性能モニタリング手法」の構築と設定した。さらに、研究効果（アウトカム）として、評価法等の開発を通して、
- ・日本船舶の実海域における性能優位性が、客観的かつ透明性をもって評価可能
- ・日本における実海域性能向上の研究が促進（技術者の人材育成を含む）

も念頭に研究を実施した。大学からのべ9名のインターンを受け入れ、将来の技術者の育成も行った。



### 3.2 研究の実施と成果

研究では3つのサブテーマを設定し、それぞれの課題に取り組むワーキンググループを設けた。

(S1-WG) 実海域における実船性能モニタリング手法の構築

(S2-WG) 実海域性能推定手法の構築

(S3-WG) 実海域性能評価手法の確立

S3-WGにて実海域性能評価指標をライフサイクル主機燃費と定め、その目標推定精度を誤差2%以内として、S1-WGでの実船性能モニタリング手法、S2-WGでの実海域性能推定手法の開発を行った<sup>3)~7)</sup>。

S1-WGでは実船モニタリング計測の動向調査<sup>8)</sup>、データ解析で必要となる喫水計測、慣動半径の検討<sup>9)</sup>、外力の推定法がデータ解析結果に与える影響<sup>10)</sup>を調査し、恣意的でない実船モニタリングデータ解析法の開発<sup>11)~13)</sup>、その手法の指定海象中への適用<sup>14)</sup>、経年劣化・生物汚損の評価法<sup>15)</sup>に取り組んだ。内容の詳細は本特集の別論文にて記載しているが、研究成果をまとめ、以下の2つのプログラムと1つの手順書を開発・整備した。

(プログラム) EAGLE-OCT. (船体形状・船体性能推定プログラム)

SALVIA-OCT. (実船モニタリングデータ解析プログラム)

(手順書) 実船モニタリング標準手法

S2-WGでは、風洞試験やCFD計算での風圧力の評価に必要な高さ平均風速の導入<sup>16), 17)</sup>、風圧力のCFD計算法<sup>18)</sup>、波浪中抵抗試験・荷重度変更試験の標準手法<sup>19)</sup>、向波中抵抗増加のCFD計算法<sup>20)</sup>と検証<sup>21)</sup>に取り組んだ。この内容も詳細は本特集の別論文にて記載しているが、研究成果をまとめ、以下の1つのプログラムと6つの手順書を開発・整備した。

(プログラム) OCTARVIA Prediction (ライフサイクル主機燃費指標計算プログラム：実海域性能推定)

(手順書) 実海域性能推定のための風圧力のCFD計算法

実海域性能推定のための向波中CFD計算法

実海域性能推定のための推奨風洞試験法

実海域性能推定のための波浪中推奨水槽試験法

実海域性能推定のための波浪中推奨水槽試験解析法

実海域性能標準推定法

S3-WGでは、遭遇海象と航路の関係を調査し、標準運航モデルを定め、ライフサイクル主機燃費を計算する手法<sup>22)</sup>の開発に取り組んだ。この内容も詳細は本特集の別論文にて記載しているが、研究成果をまとめ、以下の1つのプログラムを開発した。

(プログラム) OCTARVIA Index (ライフサイクル主機燃費指標計算プログラム)

研究の目標とした燃費推定精度を評価するため、S1-WGで開発した実船モニタリングデータ解析法とS2-WGで開発した手法による外乱修正を用いて行った精度検証例を以下に示す。図4から図6は、タンカー(船長185m)の例であり、図4はプロジェクトで開発した手法で実運航シミュレーションを行い、モニタリングデータと比較したものである。横軸のNo.はデータ番号で、時間経過を表す。図5は燃料消費量と対水船速の1航海積算値を航海毎にプロットして相関図としたものである。いずれも開発した手法の一致度が良いことが分かる。次に、他手法との比較を行い、表2、図6に示す。ここでCase-1は風速の閾値でデータを抽出した場合、Case-2は風速と波高の閾値でデータを抽出した場合、Case-3はプロジェクトで開発した手法で、見掛けスリップ比と抵抗増加率に注目してデータ抽出を行った場合である。表2は実船モニタリングデータと実運航シミュレーションの差(1航海積算燃料消費量の差： $\delta FOC$ 、対水船速から求まる1航海積算距離の差： $\delta L_w$ )に対する平均値と標準偏差を示し、図6はこれを確率密度関数(P.D.F.)で表示したものである。表2から、Case-3で精度が向上し、目標推定精度の誤差2%以内を達成していることが分かる。

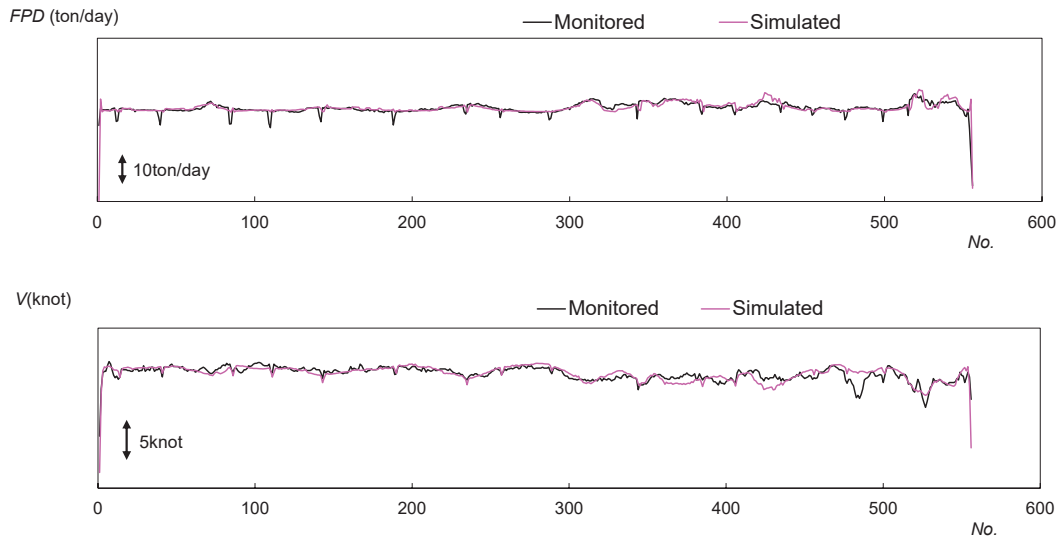


図4 実運航シミュレーションとモニタリングデータとの時系列比較 (タンカー)  
(上: 燃料消費量 (FPD), 下: 対水船速 (V))<sup>12)</sup>

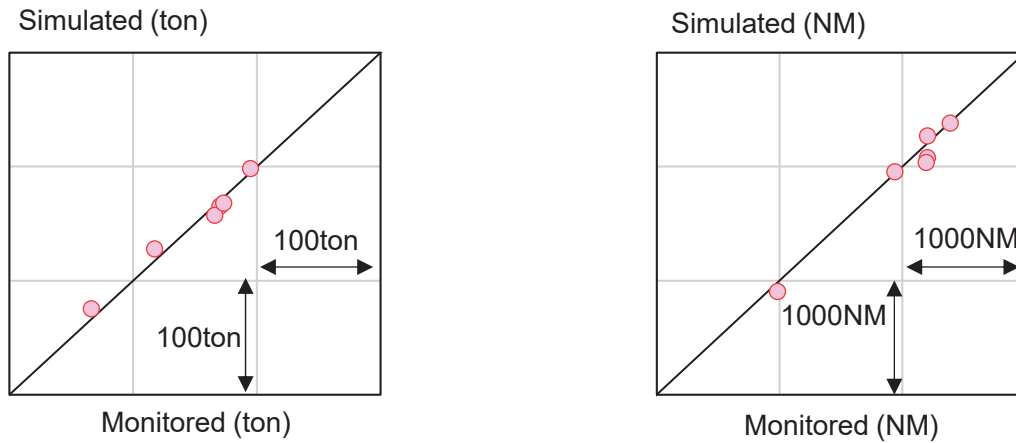


図5 実運航シミュレーションとモニタリングデータとの比較 (タンカー)  
(左: 1航海積算燃料消費量 (FOC), 右: 対水船速から求まる1航海積算距離 ( $L_w$ ))<sup>12)</sup>

表2 1航海平均値と標準偏差 (タンカー) (左: 燃料消費量 ( $dFOC$ ), 右: 対水船速から求まる距離 ( $dL_w$ ))<sup>11)</sup>

$\delta FOC$	Case-1	Case-2	Case-3
Mean	2.4%	5.3%	0.2%
Standard deviation	8.0%	0.8%	1.0%

$\delta L_w$	Case-1	Case-2	Case-3
Mean	-3.5%	-2.5%	-0.6%
Standard deviation	3.5%	2.0%	1.0%

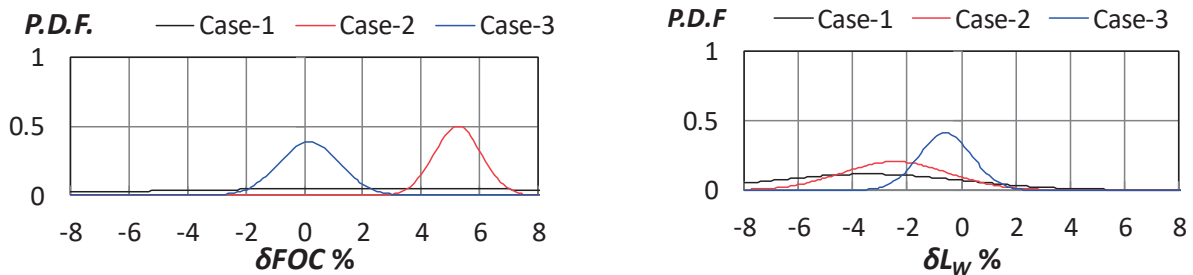


図6 推定差の確率密度関数 (タンカー) (左: 燃料消費量 ( $dFOC$ ), 右: 対水船速から求まる距離 ( $dL_w$ ))<sup>11)</sup>

2020年12月9日に成果報告会をウェビナー形式で実施した<sup>23)</sup>。成果報告会では、実質3年間のOCTARVIAプロジェクトの研究成果に関する講演と、今後の研究成果の活用についてのパネルディスカッションを行った。

また、2020年9月で実質的な研究開発を終了し、10月以降の半年間は、計算プログラムがクラウド上で利用できるようにするためのwebアプリ化等、プロジェクトの成果充実に関する取り組みの他、研究成果の活用方策の検討を行い、今後の実船適用や更なる研究を要する事項等、次期プロジェクト（OCTARVIA フェーズ2）に向けた準備を行った。

#### 4. まとめ

海事クラスター共同研究は、その趣旨のもと、海運・造船・船用工業等の我が国の海事クラスターの更なる技術力強化を目指し、途切れることなく着実に進められるべきものである。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、その成果概要を示した。

プロジェクトでは、実船モニタリング・推定・評価の3つの要素を組み合わせ、客観的かつ透明性を有する手法を開発した。そして、OCTARVIAプロジェクトで開発した「ものさし」であるライフサイクル主機燃費により船舶の実海域性能を正しく評価することを可能とした。

また、開始当初に研究効果（アウトカム）として期待した、1) 評価法等の開発を行い、国際標準化も念頭に推定手法等の技術基準を定める日本船舶の実海域における性能優位性が、客観的かつ透明性をもって評価可能、2) 日本における実海域性能向上の研究を促進（技術者の育成を含む）についても、取り組むことができた。

最後に、これらの研究開発の成果が社会で利用され、更に深化されていくことを期待する。

#### 謝 辞

本内容は、海事クラスター共同研究実海域実船性能評価プロジェクト（OCTARVIAプロジェクト）により実施したものです。プロジェクト参加者各位に深く感謝いたします。また、東京大学 稗方 和夫准教授、横浜国立大学 日野 孝則教授、神戸大学 勝井 辰博教授、若林 伸和教授にご協力いただきました。ここに感謝いたします。

#### References

- 1) National Maritime Research Institute, MPAT: Start of Project for Evaluation of Ship Performance in Actual Seas (*in Japanese*), <https://www.nmri.go.jp/news/press/press171101.html>
- 2) YAMATO Hiroyuki: Attempt of Joint R & D system by Maritime Cluster (*in Japanese*), NMRI Seminar, BARI-SHIP2017 (2017), pp. 1-30.
- 3) TSUJIMOTO Masaru: Towards accurate performance evaluation of ships in actual seas, Proceedings of the World NAOE Forum 2018 (2018), pp. 45-55.
- 4) SOGIHARA Naoto, YONEZAWA Takashi, ISHIGURO Tsuyoshi, SUGIMOTO Yoshihiko, MASUYAMA Shinta, MIENO Hirohisa, SHIMADA Mamoru and MATSUBARA Yoshio: Introduction of OCTARVIA Project: Project for Ship Performance in Actual Seas, Proc. of Hull Performance & Insight Conference (2019), pp. 12-21.
- 5) TSUJIMOTO Masaru and MATSUMOTO Koichiro: Initiatives towards Evaluation of Ship Performance in Actual Seas - OCTARVIA Project (*in Japanese*), Conference proceedings, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 30 (2020), pp. 101-105.
- 6) TSUJIMOTO Masaru, SOGIHARA Naoto, SATO Hideo, KUME Kenichi, ORIHARA Hideo, SUGIMOTO Yoshihiko and KURODA Mariko: Development of Performance Evaluation of Ships in Actual Seas - OCTARVIA Project -, Proc. of Hull Performance & Insight Conference (2020), pp. 54-63.



- 7) TSUJIMOTO Masaru, MATSUMOTO Koichiro, SOGIHARA Naoto, SATO Hidehiko, KUME Kenichi, ORIHARA Hideo, SUGIMOTO Yoshihiko and KURODA Mariko: Results of OCTARVIA I and plans for OCTARVIA II (*in Japanese*), Papers of National Maritime Research Institute, Vol. 21, Supplement (2021), pp. 59-64.
- 8) SUGANUMA Takeo, MATSUZAWA Takatoshi, MATSUURA Kuniaki and SATO Yoshiko: State of the Art of Onboard Monitoring and Measurement and Evaluation of Ocean Weather (*in Japanese*), KANRIN, Vol. 82 (2019), pp. 12-18.
- 9) SOGIHARA Naoto, TSUJIMOTO Masaru, DANNO Takashi, YANAGIDA Tetsuo, KUMAZAKI Mikiya, MIYAKE Ryuji: Investigation on Draught and Radius of Gyration for Ships in Service (*in Japanese*), Conference proceedings, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 30 (2020), pp. 107-110.
- 10) SOGIHARA Naoto and YOKOTA Saori: On Effects of the Accuracy of External Forces on Evaluation of Ship Performance in Actual Seas (*in Japanese*), Conference proceedings, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 30 (2020), pp. 117-120.
- 11) SAKURADA Akiko, SOGIHARA Naoto and TSUJIMOTO Masaru: On a Filtering Method for the Evaluation of Performance in a Calm Sea Based on Onboard Monitoring Data (*in Japanese*), Conference proceedings, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 30 (2020), pp. 111-116.
- 12) SOGIHARA Naoto, SAKURADA Akiko and TSUJIMOTO Masaru: Validation of Filtering Method for Evaluating Ship Performance in Calm Sea Using Onboard Monitoring Data, Journal of the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 33 (2021), pp. 25-34.
- 13) SAKURADA Akiko, SOGIHARA Naoto, TSUJIMOTO Masaru and SATO Hidehiko: Development of Resistance Criteria Method for Ship Performance Evaluation by Onboard Monitoring Data, Proc. of Full Scale Ship Performance (2021), pp. 19-26.
- 14) SOGIHARA Naoto: Evaluation of Ship Performance in Actual Seas Using Onboard Monitoring Data -Application of Resistance Criteria Method to Designated Weather Condition-, Conference proceedings, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 32 (2021), pp. 125-126.
- 15) SAKURADA Akiko, SOGIHARA Naoto and TSUJIMOTO Masaru: Study on Evaluation Method of Fouling and Aging Effect by Onboard Monitoring Data (*in Japanese*), Conference proceedings, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 31 (2020), pp. 401-408.
- 16) KUME Kenichi, OHBA Hiroki, ORIHARA Hideo, MIZOKAMI Shuji: Wind Velocity Profile and Representative Wind Velocity for Wind Resistance Measurement of Ship Models, height average wind velocity for wind forces, Journal of the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 30 (2019), pp. 1-13.
- 17) KUME Kenichi, SEBASTIAN Bielicki, KOBAYASHI Hiroshi, OHBA Hiroki: Validation of dimensionless method using height average wind velocity for wind forces, Journal of the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 31 (2020), pp. 39-46.
- 18) KOBAYASHI Hiroshi, KUME Kenichi, SHIGYO Tomoya and HINO Takanori: Numerical Study for Wind Resistance of a Bulk Carrier, Conference proceedings, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 30 (2020), pp. 121-125.
- 19) ORIHARA Hideo, KUME Kenichi, ISHIGAMI Kyohei, TAKANO Kotaro and MIZOKAMI Shuji: Model Testing Methods in Regular Waves for the Evaluation of Ship's Performance in a Seaway (*in Japanese*), Conference proceedings, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 30 (2020), pp.127-131.
- 20) KOBAYASHI Hiroshi, KUME Kenichi, ORIHARA Hideo, IKEBUCHI Takuro, AOKI Ichiro, YOSHIDA Ryo, YOSHIDA Hisafumi, RYU Tomohiro, ARAI Yuji, KATAGIRI Kosuke, IKEDA Seiji, YAMANAKA Shota, AKIBAYASHI Hideaki and MIZOKAMI Shuji: Parametric study of added resistance and ship motion in head waves through RANS: Calculation guideline, Applied Ocean Research, Vol. 110 (2021), pp. 1-18.
- 21) KUME Kenichi, KOBAYASHI Hiroshi, OHBA Hiroki and YOKOTA Saori: Variation of Added Resistance in Regular Waves for a Ship with Different Bow Shapes -Validation of CFD Calculation by Tank Test Results- (*in Japanese*), Conference proceedings, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 30 (2020), pp. 133-136.
- 22) SUGIMOTO Yoshihiko and KURODA Mariko: Development of the Evaluation Method for Ship Performance in Actual Seas - Index for the Life Cycle Fuel Consumption of a Main Engine- (*in Japanese*), Conference proceedings, the Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol. 30 (2020), pp. 137-140.
- 23) National Maritime Research Institute, MPAT: Forum of OCTARVIA Project was held via webinar (*in Japanese*), [https://www.nmri.go.jp/news/another\\_news/news20210112.html](https://www.nmri.go.jp/news/another_news/news20210112.html)