

令和2年(第20回)海上技術安全研究所研究発表会

# OCTARVIAプロジェクトによる実海域実船性能評価と 性能向上への寄与

黒田麻利子（流体設計系）、杉本義彦（株式会社商船三井）、粉原直人（流体設計系）、  
佐藤秀彦（株式会社MTI）、久米健一（流体設計系）、  
折原秀夫（ジャパンマリンユナイテッド株式会社）、辻本勝（流体設計系）



# 目次

- \* はじめに
- \* OCTARVIAプロジェクトの概要
- \* 「ものさし」 = 指標の開発
  
- \* 技術的課題への取り組み
  - \* 実海域性能推定手法の構築
  - \* 実海域における実船性能モニタリング手法の構築
  
- \* 指標計算プログラムの開発
- \* 実海域性能評価手法による性能向上への寄与

# はじめに

- \* IMO（国際海事機関）によるGHG削減戦略
- \* DCS（燃費報告制度）の開始
- \* 環境規制により、就航中の船の性能を評価しようとする流れ

公平な実施のためには、世界中の船舶を同じ精度で客観的に評価・比較できる「ものさし」が必要

標準手法が確立している平水中性能と異なり、実海域実船性能については評価手法が確立されていない

# OCTARVIAプロジェクトの概要

\* 期間：2017年10月から2020年9月（3年）

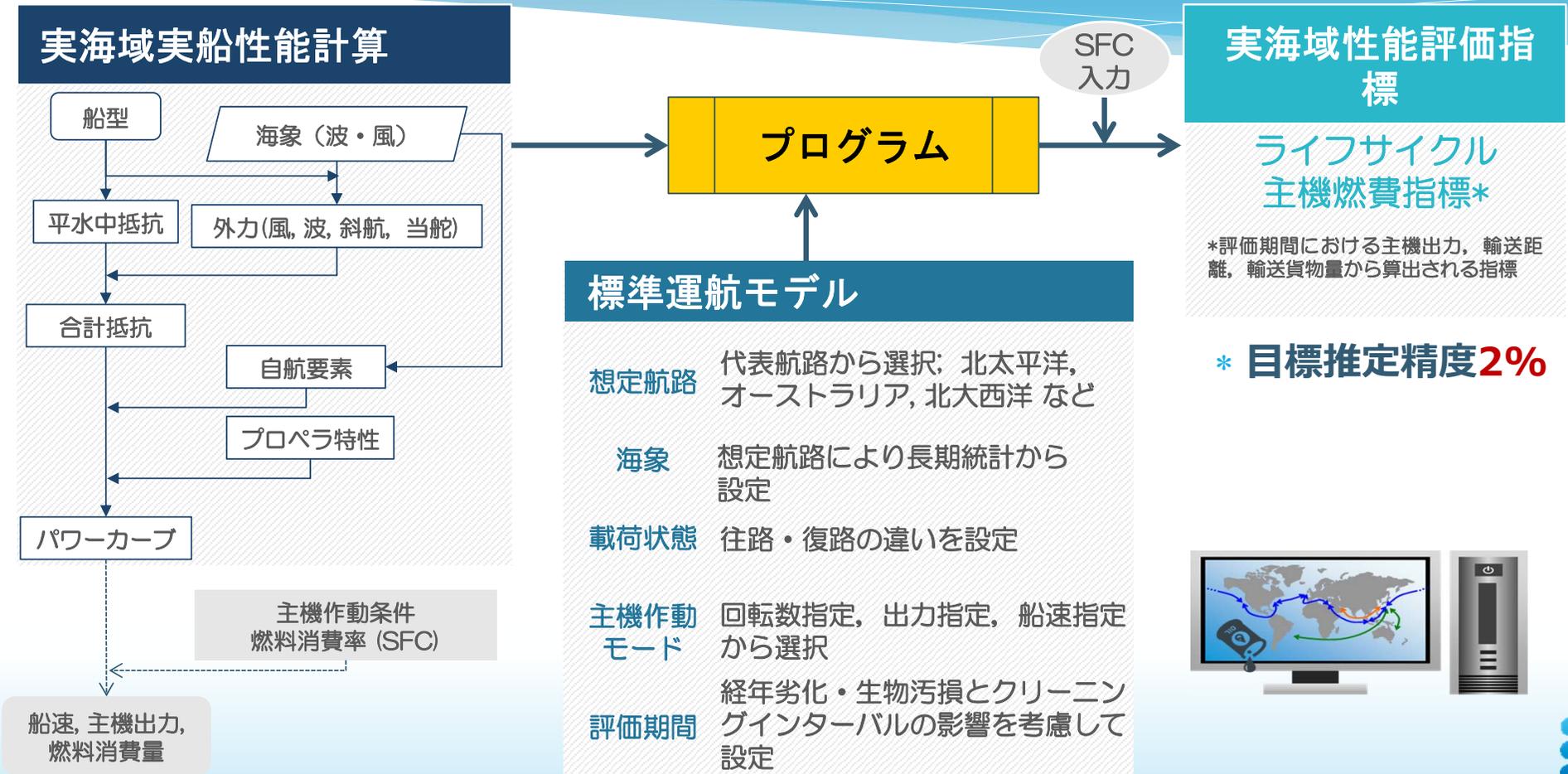
\* 予算：6.6億円

\* 参加：国内海事業界8セクター, 25機関



辻本勝，松本光一郎：実海域実船性能評価プロジェクトの取り組み，日本船舶海洋工学会講演会論文集，第30号（2020）。

# 「ものさし」の開発



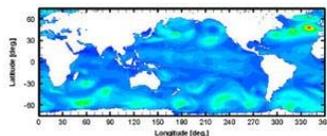
杉本義彦, 黒田麻利子: 実海域実船性能評価手法の開発ーライフサイクル主機燃費指標ー, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第30号 (2020).

# 技術的課題への取り組み

## S3 実海域性能評価手法の確立

運航プロファイルによる **海象下での性能提示方法**  
燃料消費量評価

船主への性能提示方法



性能を客観的に評価できる  
**指標**の開発



経年劣化評価モデル



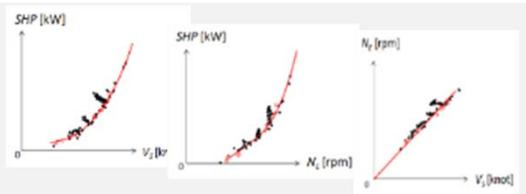
指標を計算する推定法

## S1 実船性能モニタリング手法の構築



運航

### データに基づく性能評価



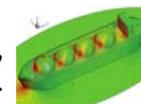
実船計測データと解析結果の  
平水中の  $SHP-V_s-N_E$  の関係



検証

## S2 実海域性能推定手法の構築

CFD  
風・波



波浪中  
抵抗増加

波浪中  
自航要素



試験技術 / 計算技術

設計



曳航水槽



耐航性能水槽

# 実海域性能推定手法の構築

- \* 実海域性能推定における要素推定技術の高度化
  - \* 波浪中抵抗増加
  - \* 波浪中自航要素
  - \* 風圧力
  - \* CFD計算の導入
- \* 海外を含めた複数機関での持ち回り試験の実施による試験精度の確認
- \* 模型試験の標準手法の開発
- \* CFD波浪中抵抗増加計算ガイドラインの開発
- \* CFD風圧力計算ガイドラインの開発

ITTC RP（国際試験水槽会議の推奨手法）に  
成果が反映



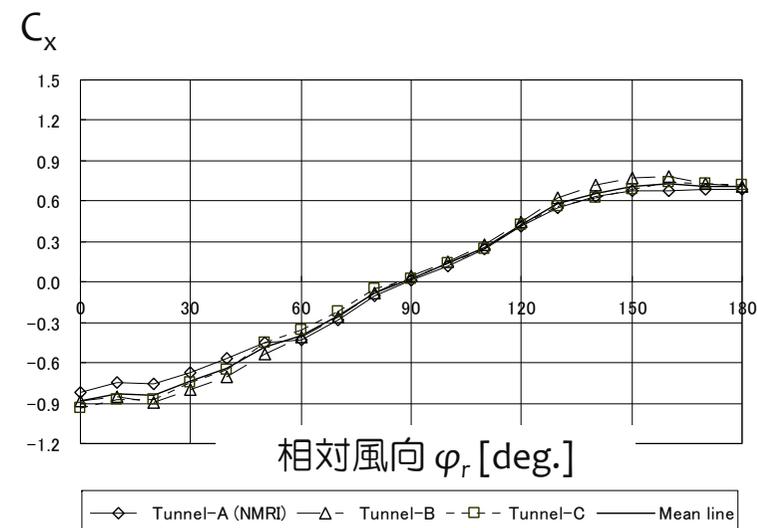
# 実海域性能推定手法の構築

\* 同一模型を用いた持ち回り風洞試験を実施し精度を確認



各風洞のスペック

Tunnel	Test section	Max. wind velocity	Thickness of boundary layer
A (NMRI)	15 × 3 × 2 m	30 m/s	abt. 130 mm
B or C (The other tunnels)	24 × 6 × 3 m	15 m/s	abt. 30 mm
	30 × 6 × 5 m	20 m/s	abt. 50 mm



風圧前後力係数

\* ばらつきが少なく、結果が一致することを確認

Kume, K. et al. : Wind Velocity Profile and Representative Wind Velocity for Wind Resistance Measurement of Ship Models, Journal of JASNAOE, Vol. 30(2020).

# 実海域性能推定手法の構築

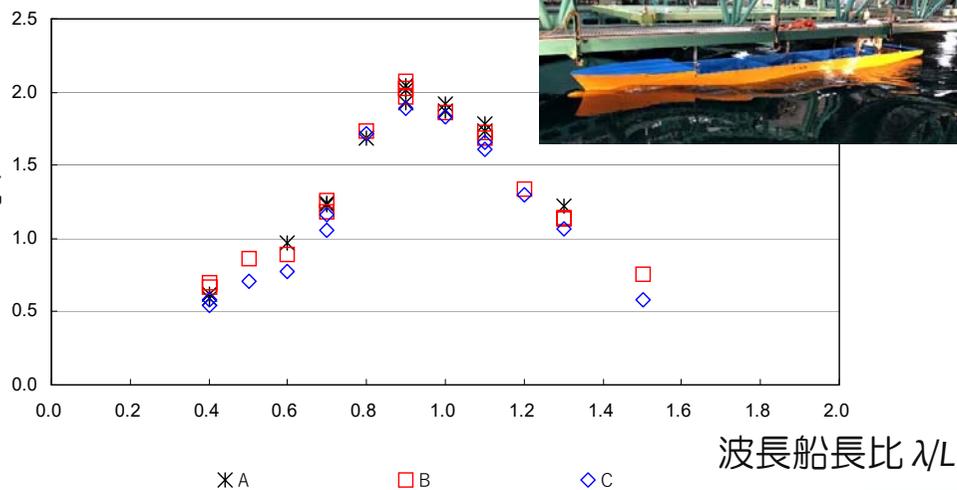
- \* 水槽持ち回り試験にて波浪中試験精度の確認
  - \* 大型模型船2隻（バルカー、コンテナ船）
  - \* 小型模型船（コンテナ船）



コンテナ船（小型）

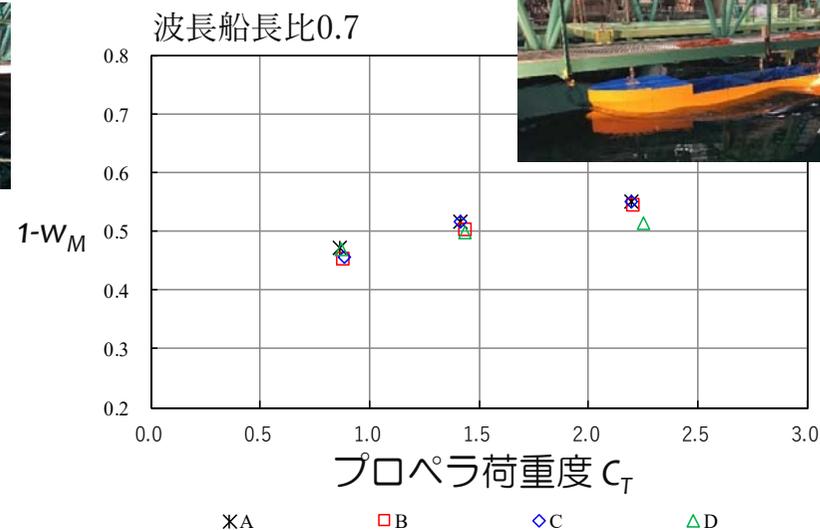


波浪中抵抗  
増加係数  
 $K_{AW}$



大型コンテナ船の向波中抵抗増加

- \* ばらつきが少なく、水槽間の結果が一致することを確認

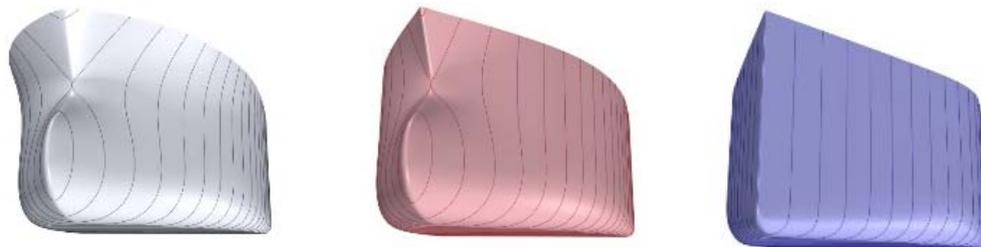


大型バルカーの向波中伴流係数

折原秀夫他：船舶の規則波中水槽試験法について—標準的波浪中抵抗・荷重係数変更推奨試験法の構築の取り組み—, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第30号 (2020).

# 実海域性能推定手法の構築

- \* CFD波浪中抵抗増加計算ガイドラインによる計算結果の水槽試験による検証
- \* 船首部形状についての感度調査

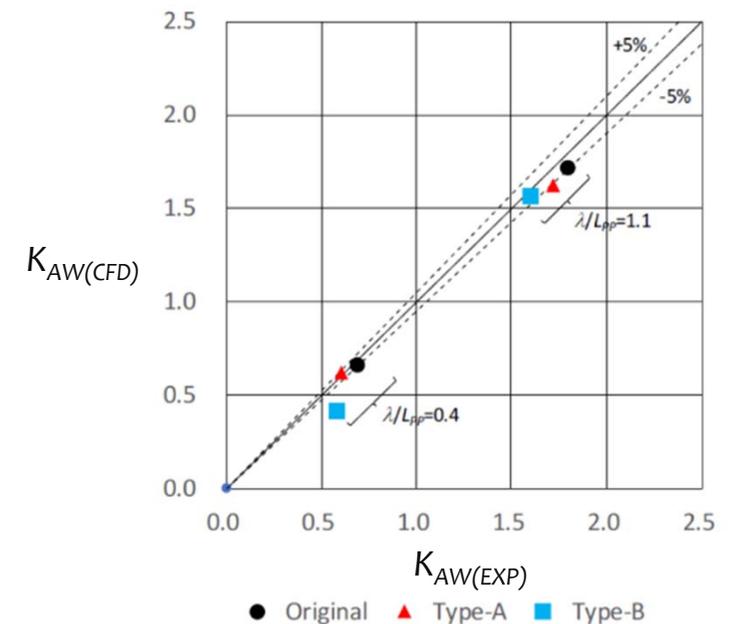


Original

Type-A

Type-B

ケープサイズバルカーの船首部形状



波浪中抵抗増加係数の相関

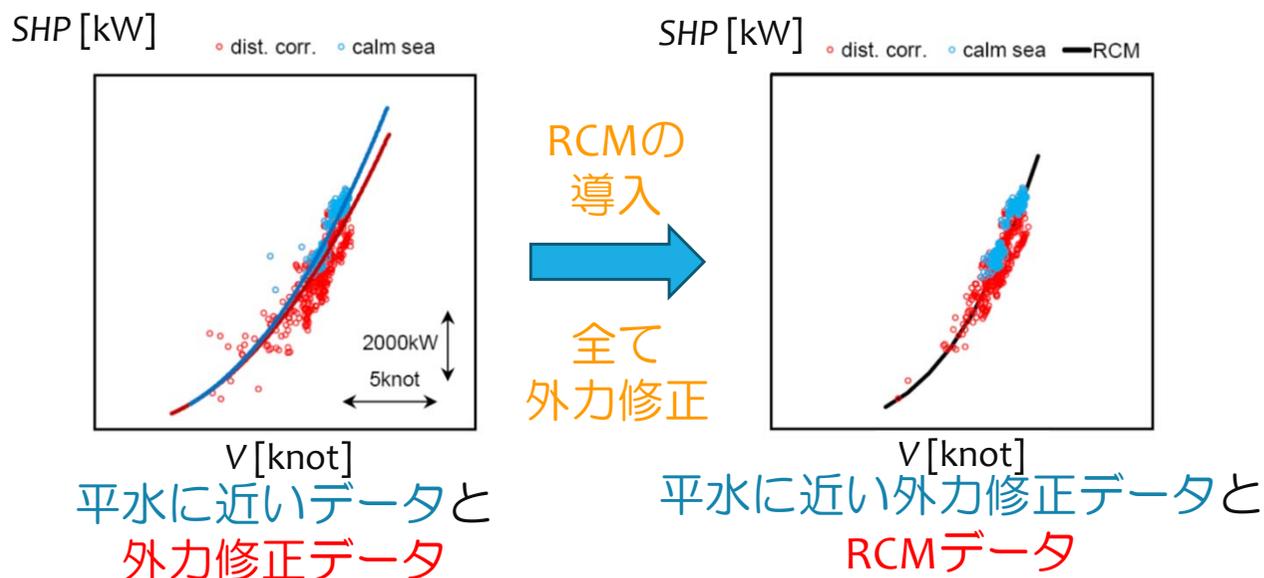
- \* 波浪中抵抗増加の大小関係が水槽試験と同じであることを確認

# 実海域における実船性能モニタリング手法の構築

- \* 11隻の実船計測データを分析
- \* 実船計測データから平水中／特定海象下における性能を評価する方法を開発
- \* 波・風の外力修正の実施
- \* RCM(Resistance Criteria Method)の開発
  - \* 見かけスリップ比と抵抗増加率を基準としたフィルタリング
  - \* カーブフィッティングの品質管理情報の導入→精度の定量的把握

# 実海域における実船性能モニタリング手法の構築

## \* RCMの適用例



平水中性能の解析例（コンテナ船）

RCMをベースに用いた  
実運航シミュレーションと計測の比較  
(1航海当たり)

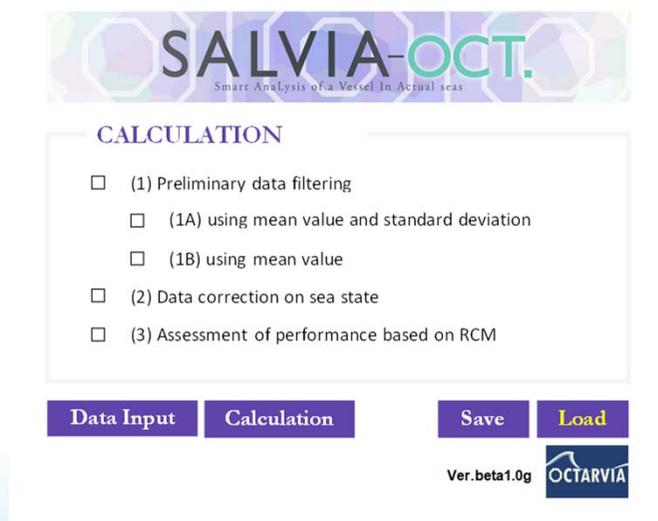
Ship	Item	計測との差
コンテナ船 (250 m)	平均対水船速	-0.3 %
	燃料消費量	1.1 %
タンカー (175 m)	平均対水船速	-1.7 %
	燃料消費量	2.0 %

RCMを用いると信頼性の高いデータが広い速度範囲で抽出され、フィッティングカーブを作成できる

Akiko Sakurada et al. : Development of a Filtering Method for the Evaluation of Performance in Calm Sea Based on Onboard Monitoring Data, Journal of JASNAOE, Vol. 31 (2020).

# 実海域における実船性能モニタリング手法の構築

- \* 実船データ解析・評価法を組み込んだプログラムの作成
- \* 一定期間ごとの平水中性能評価による経年劣化の分析・モデル開発



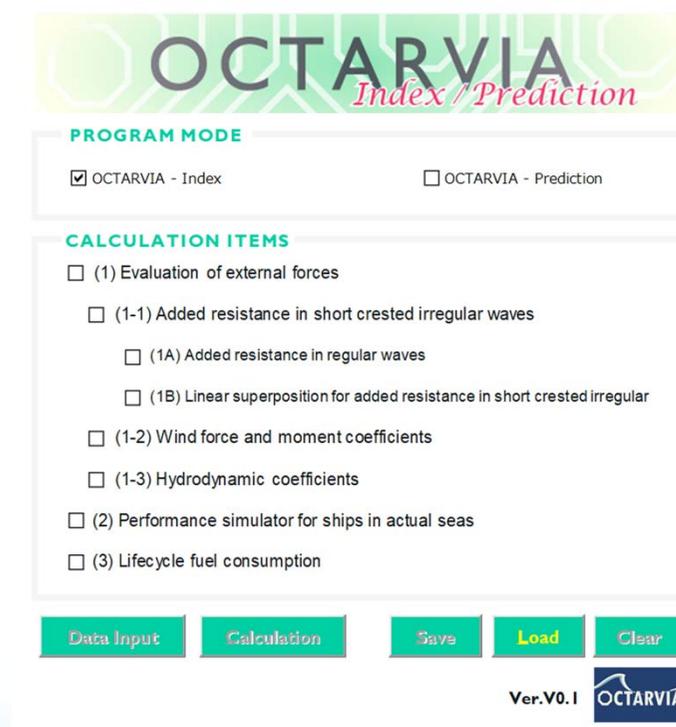
実船データ解析プログラム



簡易推定プログラム  
(船型データを要目から推定)

# 指標計算プログラムの開発

- \* 構築した実海域性能推定手法を取入れ、ライフサイクル主機燃費を評価するプログラムを開発

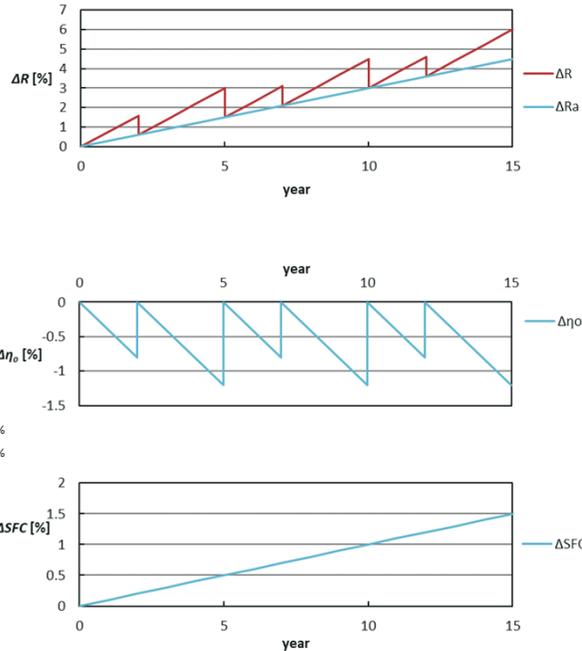
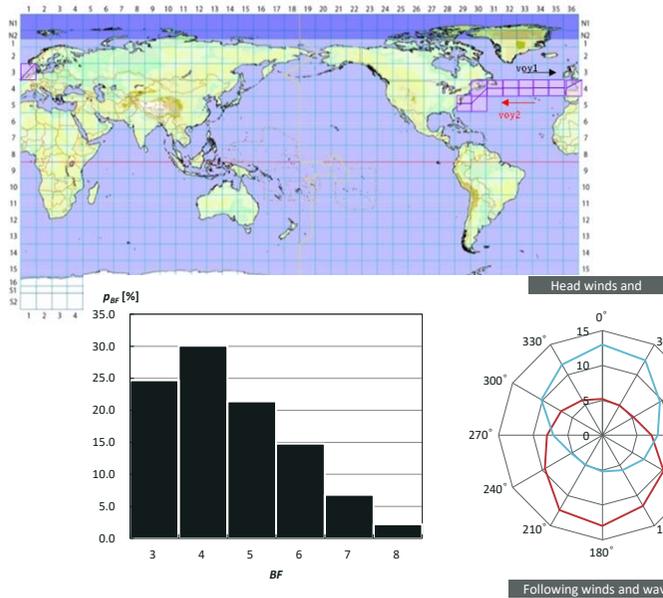


指標計算プログラム  
(実運航シミュレーションプログラムと一体)

# 実海域性能評価手法による性能向上への寄与

## \* 指標計算プログラムによる評価

## 入力データ



Item	Value	Unit	Remarks
Builder	NMRI	-	builder (within 50 characters)
Type	10CONT	-	type of ship (within 50 characters)
ID	4894	-	ship ID number
$L_{ps}$	300	m	length between fore position of water line and A.P./aft position of water line; $L_{ps}$
$L_{OA}$	318	m	length overall ( $L_{OA} \geq L_{ps}$ ); $L_{OA}$

Item	Value	Unit	Remarks
$B_{max}$	21	m	number of section for ship method (LAW=0, no=21); (LAW=0, no=21)
$d_{aft}$		m	sectional draft (#=1,2,...,ns) (0<#<=ns)
$d_{fore}$		m	sectional draft (#=1,2,...,ns) (0<#<=ns)
$L_A$		m	sectional area both sides (#=1,2,...,ns)
$k_{yy}/L$			half breadth to draught ratio (#=1,2,...,ns)
$X_G$		m	area coefficient (#=1,2,...,ns)
$C_B$			block coefficient
$C_{pa}$			prismatic coefficient
$C_{wa}$			wave resistance coefficient
$C_{vp}$			viscous pressure coefficient
$A_T$		m	total area
$A_L$		m	sectional breadth at LWL (#=1,2,...,nd)
$A_{OD}$		m	sectional breadth at OD (#=1,2,...,nd)
$C_{dis}$			displacement coefficient
$H_{BR}$			base resistance
$H_C$			chamber resistance

航路の設定と海象の確率分布

経年劣化と生物汚損  
(船体抵抗・プロペラ単独効率・  
燃料消費率)

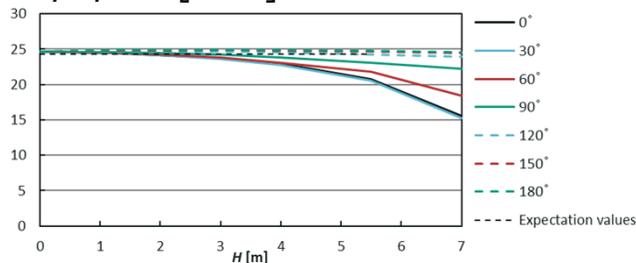
船型情報



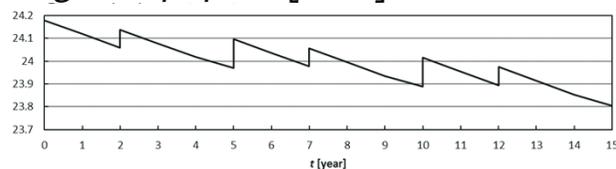
# 実海域性能評価手法による性能向上への寄与

\* 6500TEUコンテナ船を対象とした評価結果の例

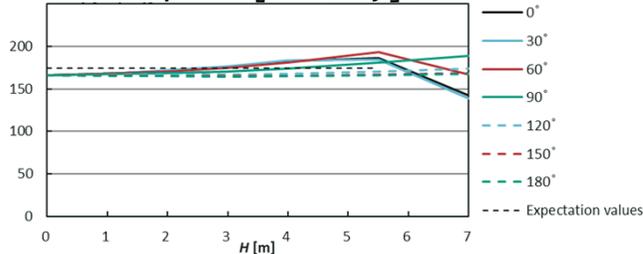
Ship speed [knot]



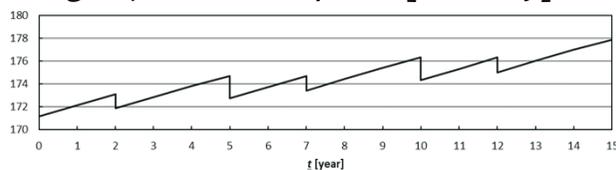
Averaged ship speed [knot]



Fuel consumption [ton/day]



Averaged fuel consumption [ton/day]



船速・燃料消費量の経年変化

海象ごとの船速・燃料消費量

INDEX of the ship performance in actual seas  
INDEX

Item	Value	Unit
Lifecycle fuel consumption	173.33	ton/day

Elements

Item	Value	Unit
Total fuel consumption	9.495E+05	ton
Total amount of cargo	5.145E+07	ton
Total distance for transport work	3.151E+06	mile

ライフサイクル主機燃費指標  
(1日当たりの燃料消費量の平均)と  
要素 (燃料消費量・輸送量・輸送距離)

\* 本プログラムにより、船型の評価、船速・航路評価、メンテナンスイン  
ターバルの最適化等が可能となります



## まとめ

- \* OCTARVIAプロジェクトにおける技術的課題に対する取り組み内容について述べました
- \* 「ものさし」であるライフサイクル主機燃費の評価により実海域性能の見える化、向上が可能です

OCTARVIA指標(ライフサイクル主機燃費)により、船型の評価、船速・航路評価、メンテナンスインターバルの最適化等が可能となります。