

令和2年(第20回)海上技術安全研究所研究発表会

海技研が提供する 船舶の実海域性能に対するソリューション



流体設計系

粉原直人、黒田麻利子、櫻田顕子、横田早織、辻本勝



発表内容

- はじめに
- ソフトウェア紹介
 - 実運航性能シミュレータ VESTA
 - 船体形状・船体性能推定ツール UNITAS, EAGLE
 - 全球の波と風の統計データベース GLOBUS
- 研究事例
 - 最適トリム運航
 - 波浪中抵抗増加低減船首形状 COVE
- おわりに



はじめに

地球温暖化防止の観点から、海運分野からのCO2排出量削減が急務

国際海事機関（IMO）の動き

- 2013年：エネルギー効率設計指標（EEDI）の義務化
船舶エネルギー効率管理計画（SEEMP）の船上保持義務化
- 2019年：燃費報告制度（DCS）の開始

運航中の船舶の燃費削減が重要



EEDI : Energy Efficiency Design Index
SEEMP : Ship Energy Efficiency Management Plan
DCS : Data Collection System



はじめに

運航中の船舶の燃費削減
…設計段階、運航段階での努力が必要

船舶流体力学の分野では

設計段階での取組み

- ✓ 船型改良
 - ✓ 省エネデバイス
 - ✓ 風力推進 etc.
- 実海域性能
を考慮した
設計へ

運航段階での取組み

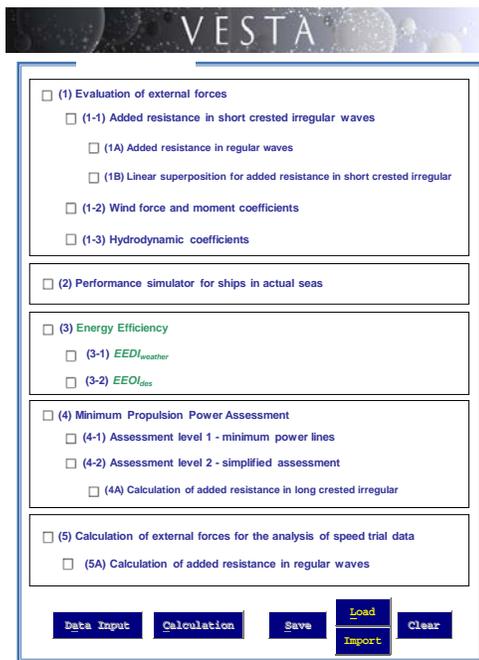
- ✓ 減速運航
- ✓ ウェザールーティング
- ✓ 最適トリム etc.

実運航での燃費性能（**実海域性能**）を予測し、改善に繋げる技術が必要

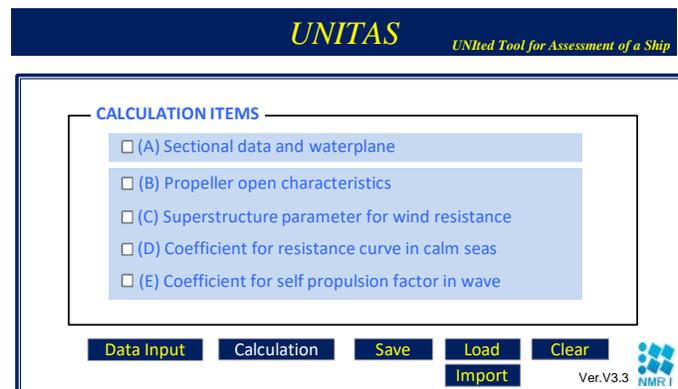
はじめに

海技研の取り組み：実海域性能の高精度な評価技術の開発

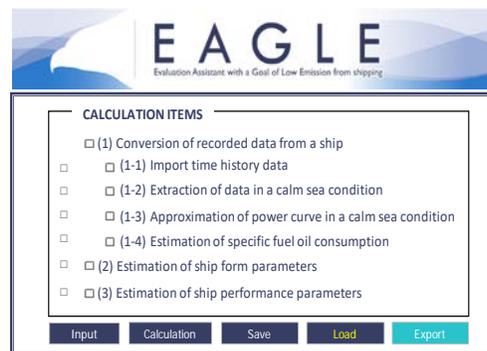
Excelベースのソフトウェアとしてパッケージ化、販売



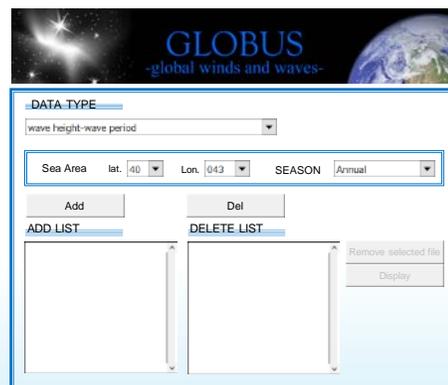
実運航性能シミュレータ
VESTA



船体形状・船体性能推定ツールUNITAS



船体形状・船体性能推定ツールEAGLE
(実船データの取扱いが可能)



全球の波と風の統計データベース
GLOBUS



ソフトウェア適用例
(最適トリムによる省エネ運航)



波浪中性能改善のための船型改良
(COVE船首)

実運航性能シミュレータ VESTA

VESTA

- (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
- (3) Energy Efficiency
 - (3-1) $EEDI_{weather}$
 - (3-2) $EEOI_{des}$
- (4) Minimum Propulsion Power Assessment
 - (4-1) Assessment level 1 - minimum power lines
 - (4-2) Assessment level 2 - simplified assessment
 - (4A) Calculation of added resistance in long crested irregular
- (5) Calculation of external forces for the analysis of speed trial data
 - (5A) Calculation of added resistance in regular waves

Data Input Calculation Save Load Import Clear

(1) 外力評価

波浪中抵抗増加、
波浪定常横力・回頭モーメント*、船体運動
風圧抵抗
斜航・当舵抵抗

(2) 実海域性能評価

主機・ガバナー特性を考慮した
速力低下、燃料消費量

EAGLEの紹介
にて説明

※計測スペクトラム利用可能

(3) エネルギー効率評価

f_w , $EEDI_{weather}$

$EEOI_{des}$

(4) EEDI最低推進出力の適合判定

レベル1、レベル2判定

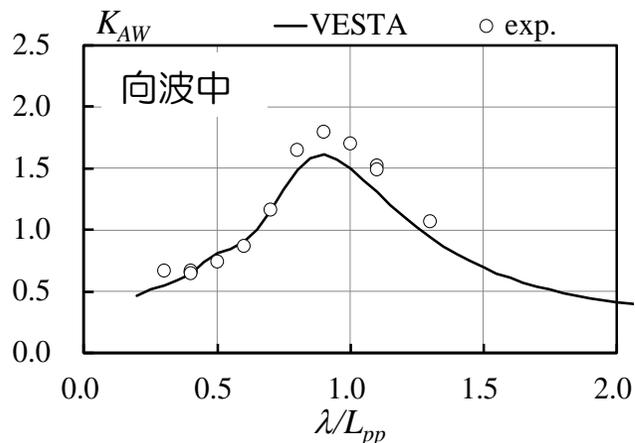
VESTA-STとして
HPで公開

(5) 海上試運転での波浪・風荷重推定

標準スペクトラム、計測スペクトラム

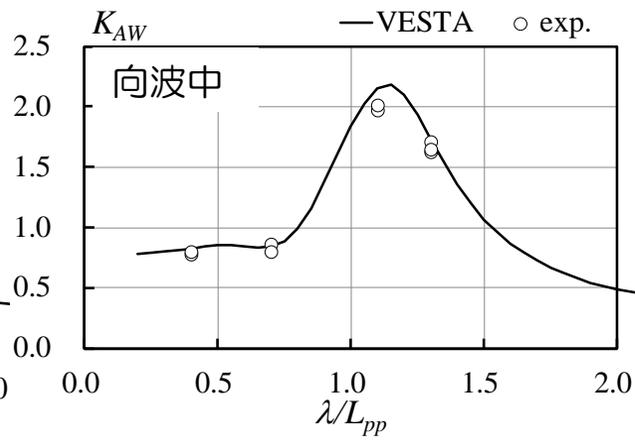
実運航性能シミュレータ VESTA

波浪中抵抗増加



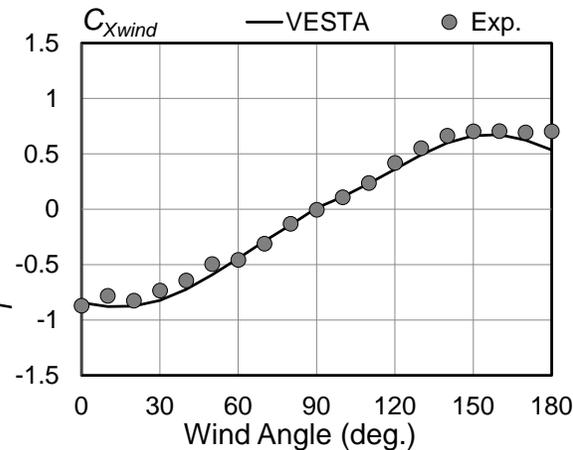
コンテナ船 (船長355m)

短波長域でも精度よく推定※



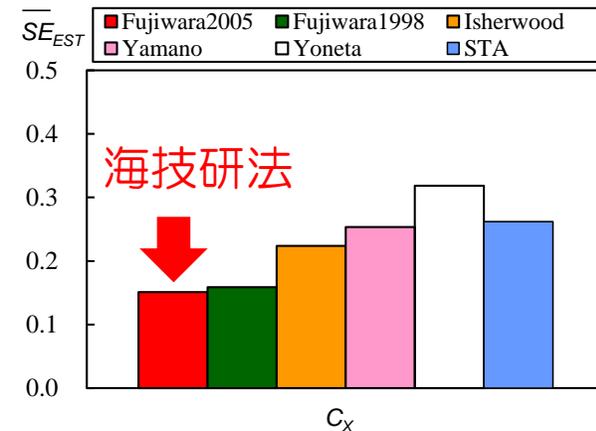
撒積船 (船長280m)

風圧抵抗



撒積船 (船長280m)

風洞試験結果を要目で整理した回帰式により精度よく推定※



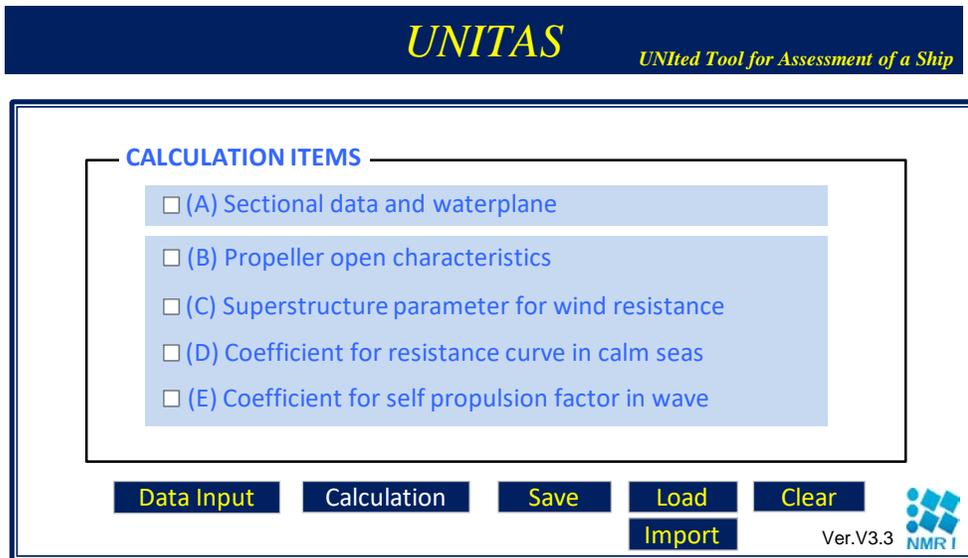
他手法との比較 (風洞試験との標準誤差)

※ITTC専門家委員会で推定計算法の中で最も精度が高いとされた方法で、ITTC、ISOの海上試運転実施・解析法の推奨手法に記載されている。

船体形状・船体性能推定ツール UNITAS, EAGLE

VESTAによる性能評価⇒船型データ、性能データが必要
⇒どのように準備すればよいか？

UNITAS 船種、主要目の情報から、VESTAでの評価に必要なデータを作成

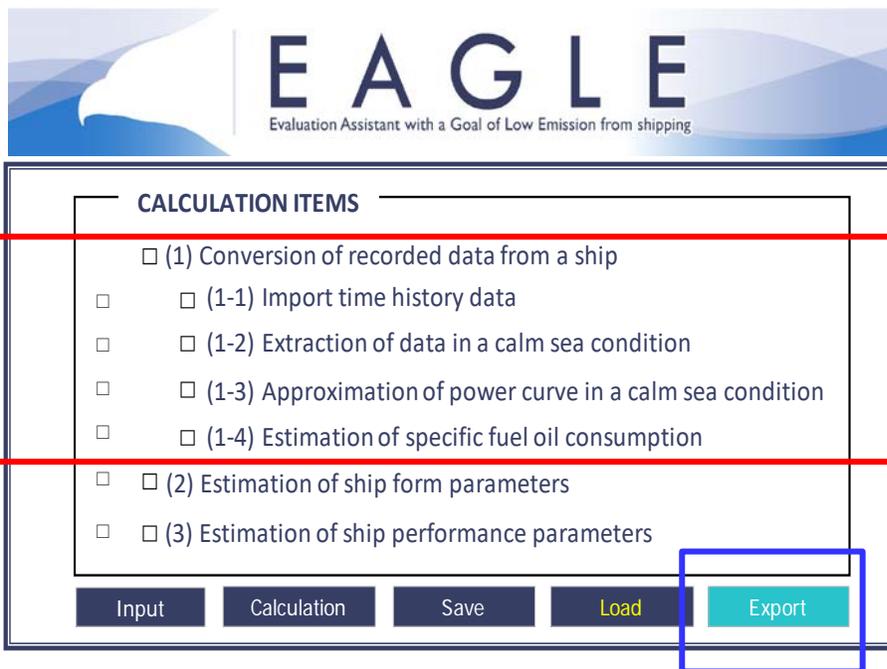


- (A) 船体形状データ
船体運動、波浪中抵抗増加の評価に必要
- (B) プロペラ単独性能
MAU, QCM, 設計ルーチンより選択
- (C) 上部構造物パラメータ
風圧力の評価に必要
- (D) 平水中抵抗、自航要素
船速一回転数一出力の関係より逆推定
- (E) 荷重度変更法パラメータ
荷重度変更法により評価する場合に必要

船体形状・船体性能推定ツール UNITAS, EAGLE

EAGLE

船種、主要目の情報から、VESTAでの評価に必要なデータを作成



- (1) 実船データ解析
- (2) 船体形状パラメータ推定
- (3) 平水中抵抗、自航要素, POC推定※

UNITASの機能強化版

追加機能1：実船データ解析

- 平水中データのフィルタリング
- 船速-回転数-出力の関係を算出
- 燃費率曲線を算出

追加機能2：エクスポート機能

- 計算結果をVESTAでLOAD可能な形式にて出力
- VESTAとのデータ連携の円滑化

※UNITASに実装の推定手法の一部を利用可能

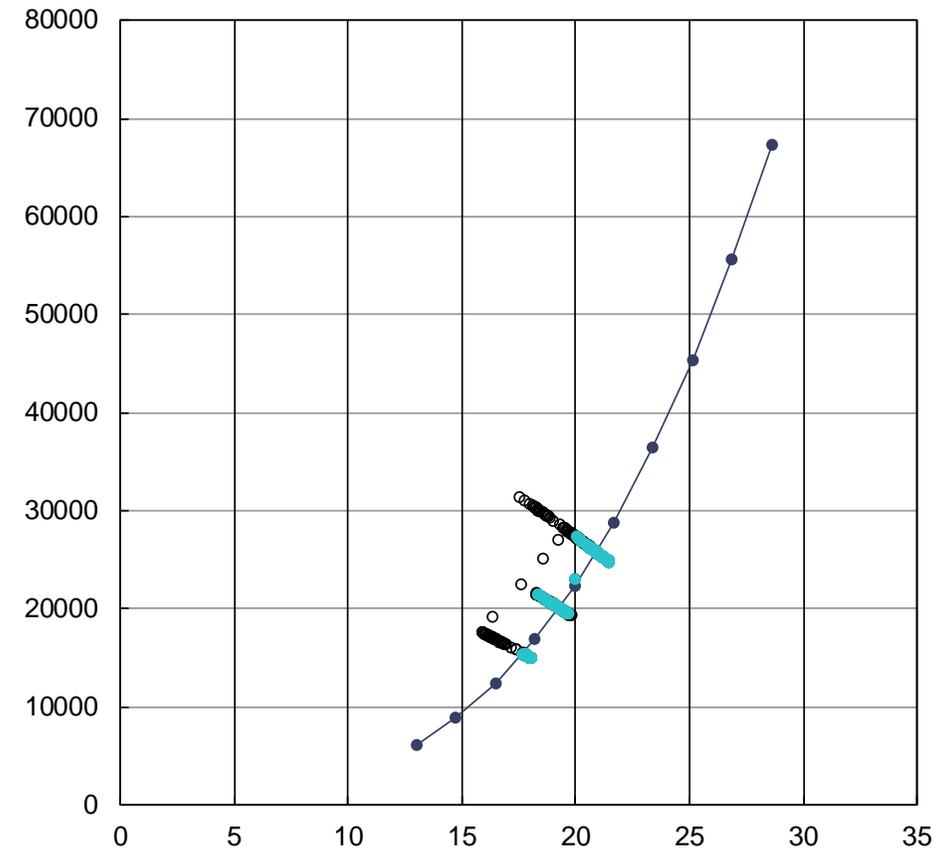
船体形状・船体性能推定ツール UNITAS, EAGLE

EAGLE 実船データ解析

1. 実船データ読み込み
2. ユーザー指定の条件でデータ抽出（項目：絶対風速、有義波高、平均波周期、舵角、対地船速と対水船速の差）
3. 抽出したデータに数式モデル※を適用し、船速-回転数-出力の関係を導出
4. 出力、燃料消費量のデータから燃費率曲線を導出

船速-回転数-出力の関係及びプロペラ単独特性から、トルク一致法により実船伴流係数が求まり、平水中抵抗曲線が得られる。

出力[kW]

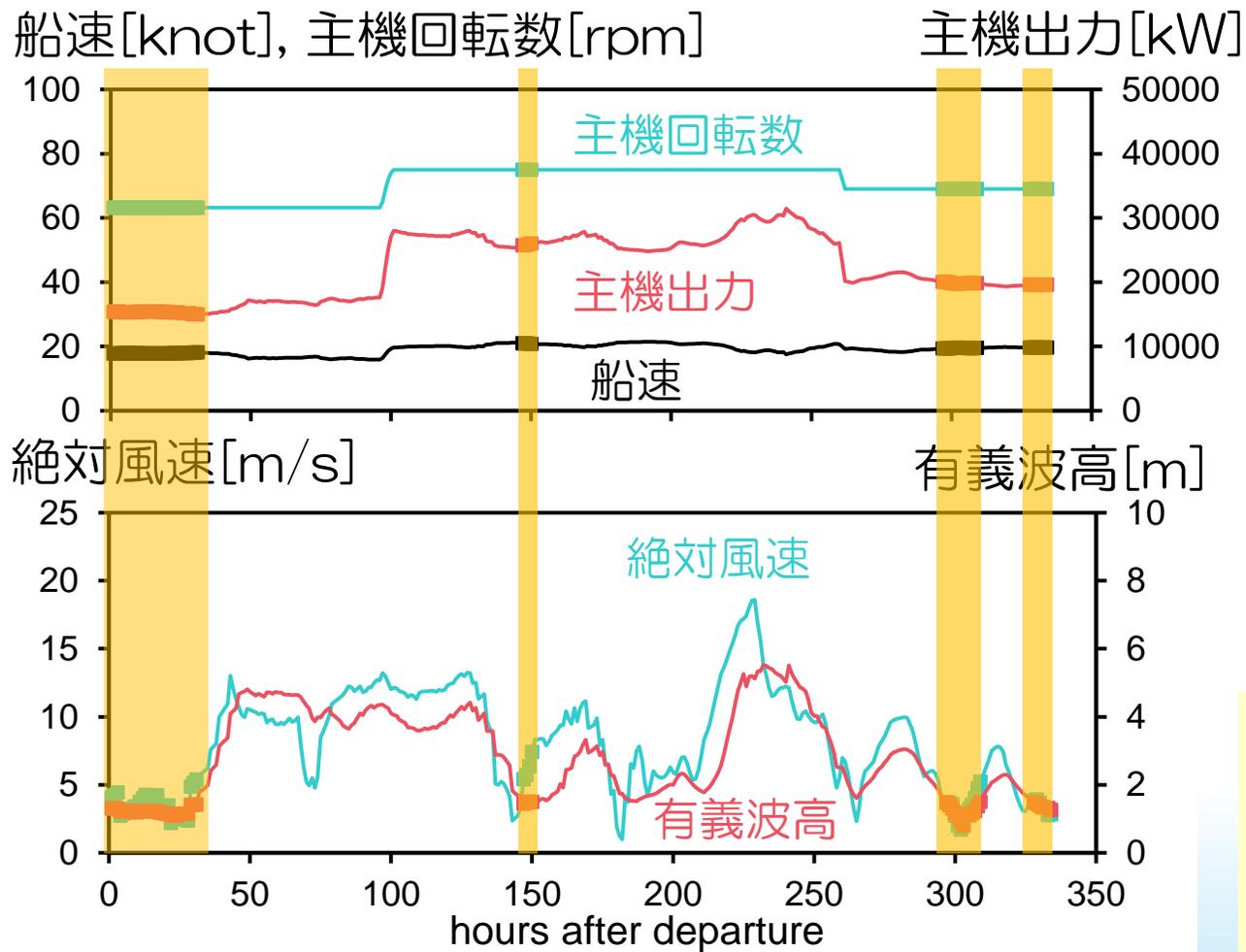


船速[knot]

○ Time history ● Extracted data for calm sea condition —●— Power curve

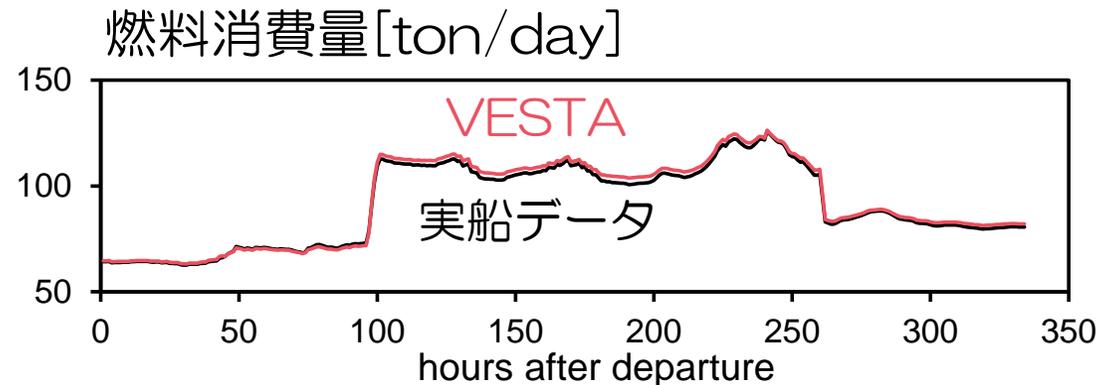
船体形状・船体性能推定ツール UNITAS, EAGLE

EAGLEを活用したコンテナ船（船長300m）での実海域性能の評価例



EAGLEで平水中データを抽出
平水中性能を推定

VESTAで実海域性能を推定



燃料消費量の比較

実船データ 1270.7ton

VESTA 1289.4ton

→ 1.5%の精度で評価

実船モニタリング
データ解析における
有効性を確認

全球の波と風の統計データベース GLOBUS



GLOBUS
-global winds and waves-

DATA TYPE
wave height-wave period

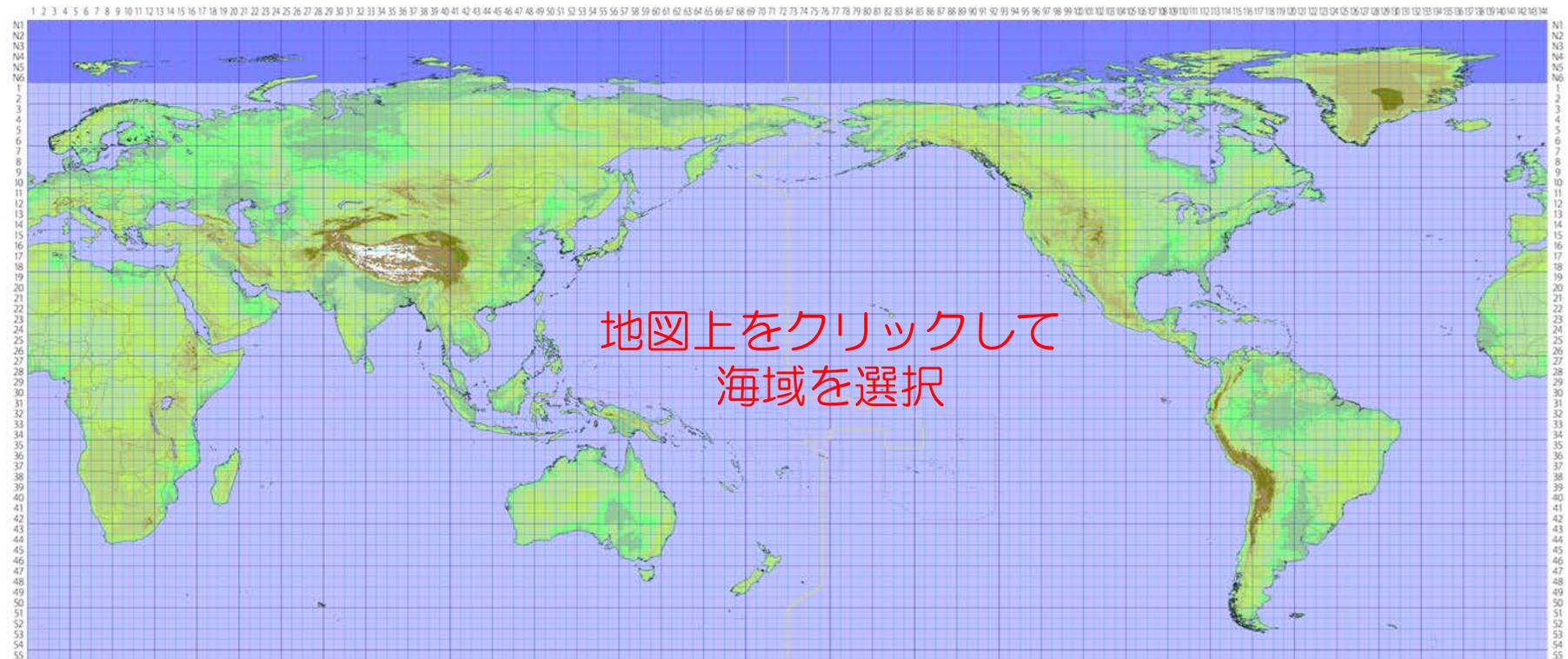
Sea Area lat. 40 Lon. 043 SEASON Annual

Add Del

ADD LIST DELETE LIST

Remove selected file
Display

Ver.1.0



- ✓ 10年間分の波と風の推算結果（緯度経度0.5格子間隔）を統計解析
- ✓ 通年、各季節、各月に区分可能
- ✓ 有義波高、卓越波周期、卓越波向、平均風速、平均風向の5要素による発現頻度表※を表示

※5要素より2要素を選んだ発現頻度表（10種類）及び有義波高-卓越波周期-平均風速、有義波高-卓越波周期-卓越波向の計12種類の発現頻度表

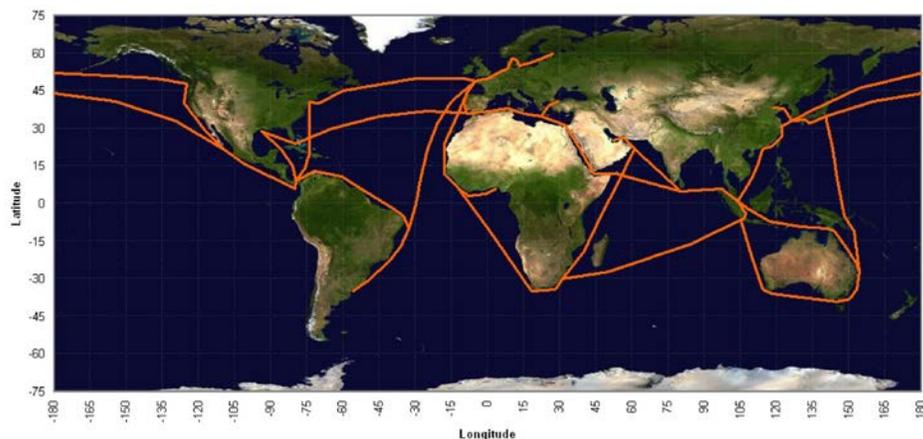
全球の波と風の統計データベース GLOBUS

解析例：代表航路での風速発現確率の評価

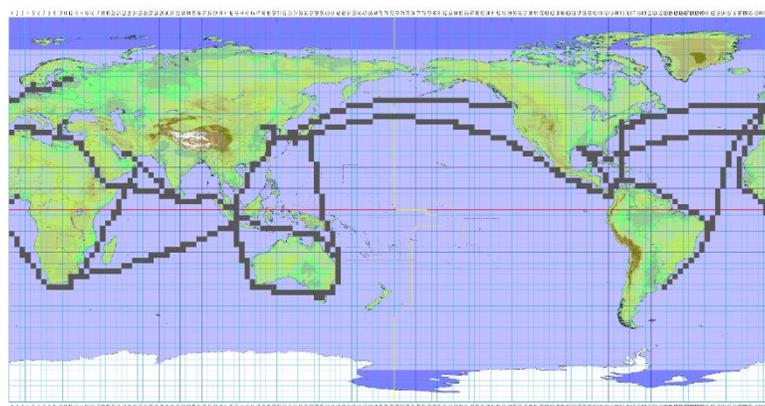
PS「風力推進の利用のための風の発現確率の評価」にて発表

本研究の一部は、日本財団の助成事業である（一財）日本船舶技術研究協会の「2019年度船舶の省エネ性能向上のための技術基準の検討に関する調査研究（省エネ性能向上技術基準検討プロジェクト）－風力推進システムに関する他国提案の技術的妥当性評価に関する作業－」により実施された。

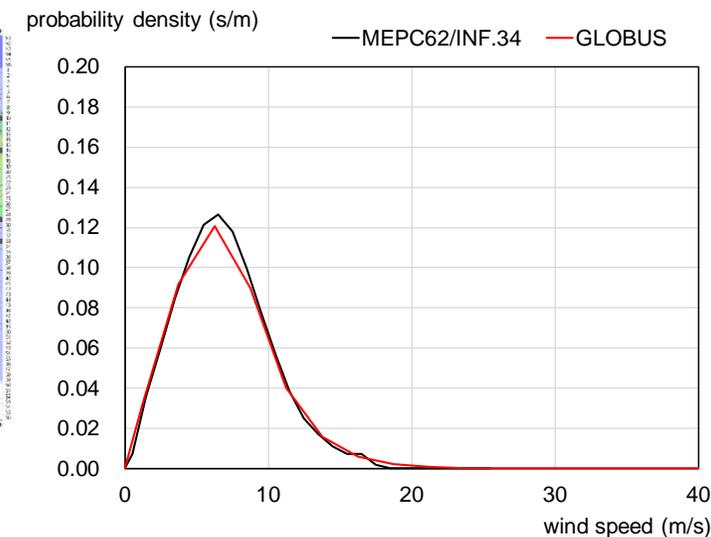
風力推進の効果をEEDIに含める際、代表航路での風速-風向の同時発現確率に基づき評価を行うこととなっている。



MEPC 62/INF.34¹⁾が示す船舶が運航する代表航路



GLOBUS上で代表航路をトレース



風速発現頻度



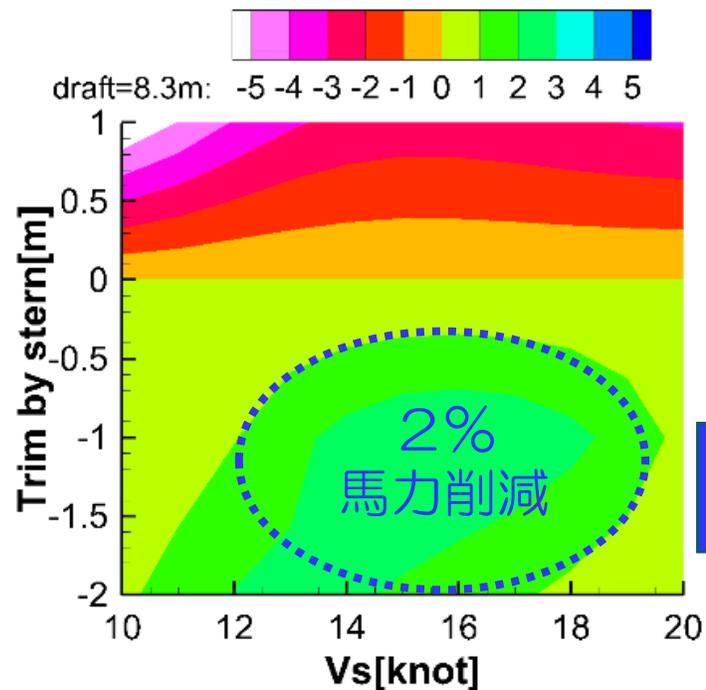
- 1) MEPC 62/INF.34, Reduction of GHG Emission from Ships, Global Wind Specification along the Main Global Shipping Routes to be applied in the EEDI Calculation of Wind Propulsion Systems, Submitted by Germany, International Maritime Organization, 2011.
- 2) 金子杏実、辻本勝：EEDIでの風力推進の利用のための風の発現確率の評価、日本航海学会2020年春季講演予稿集 Vol. 8 No.1、2020年



最適トリム運航

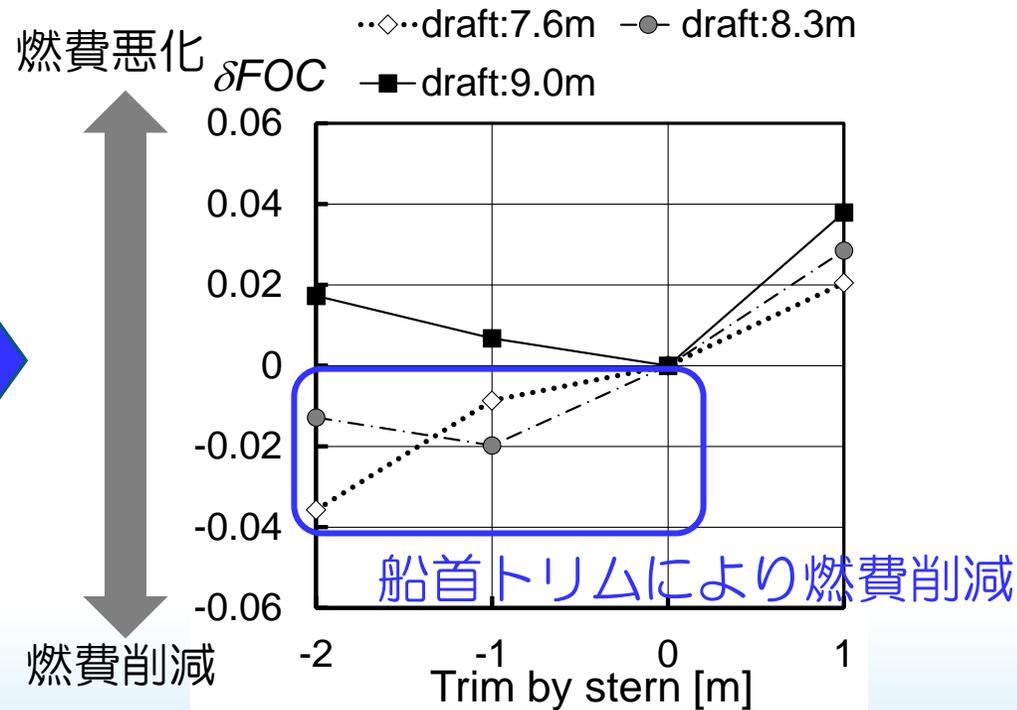
トリムを調整することで、燃節効果を期待する運航方法

喫水、トリムを変更した水槽試験



水槽試験結果を VESTAに入力

省エネ効果の評価（北太平洋航路）



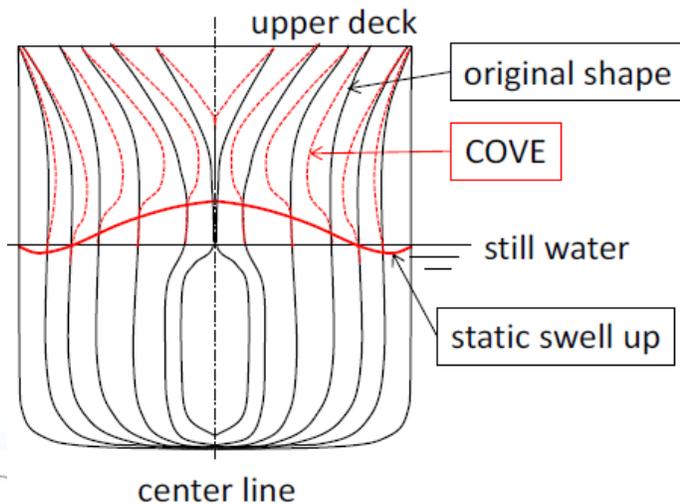
対象船種：自動車運搬船
(船長190m、計画喫水9.0m、
計画速度20knot)

波浪中抵抗増加低減船首形状 COVE

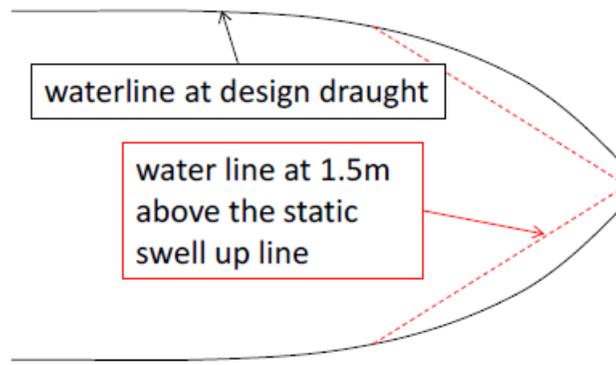
COVE : Concaved bow shape Optimized in waVEs

コンセプト：平水中性能を変えずに波浪中抵抗増加を低減させる

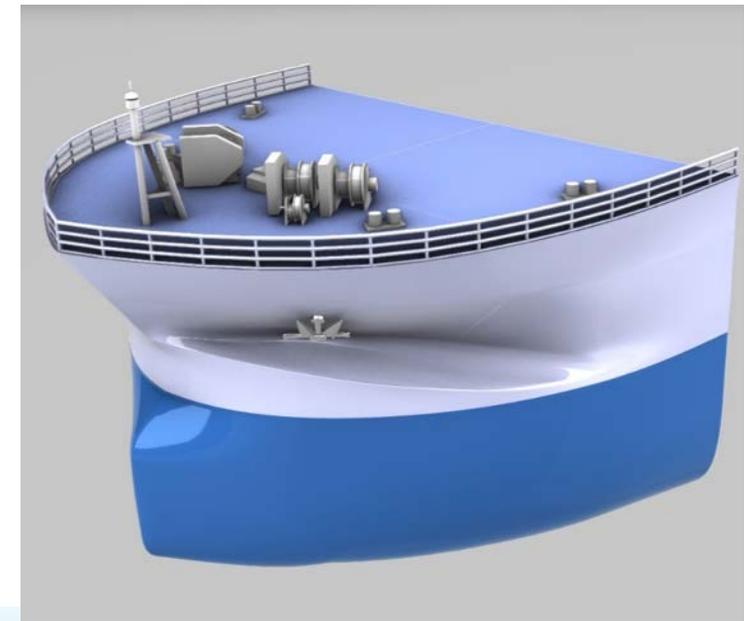
…静的水位上昇位置より上方を**内方傾斜**させ船首部を鋭角にすることで、船首での反射波を低減



正面図



上面図



実船イメージ

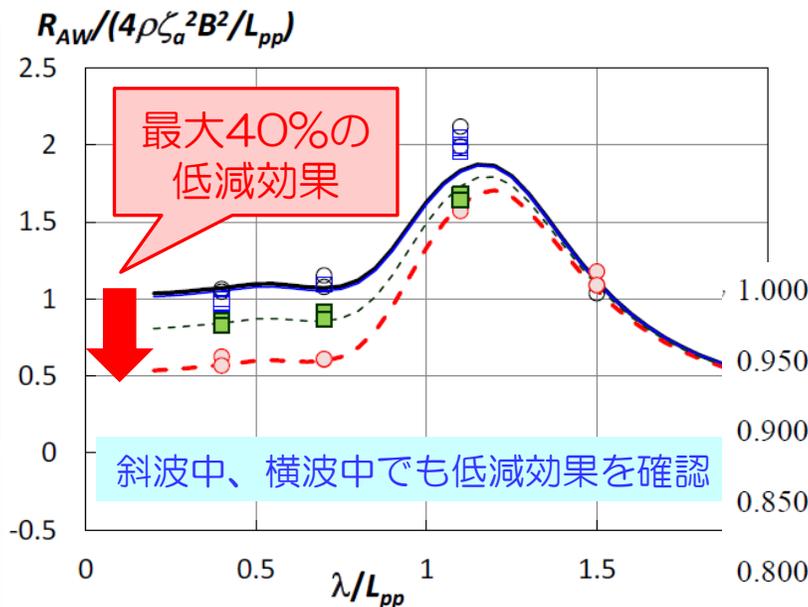
波浪中抵抗増加低減船首形状 COVE

水槽試験 (VLCC) 波長船長比0.4、波高2m相当

原型

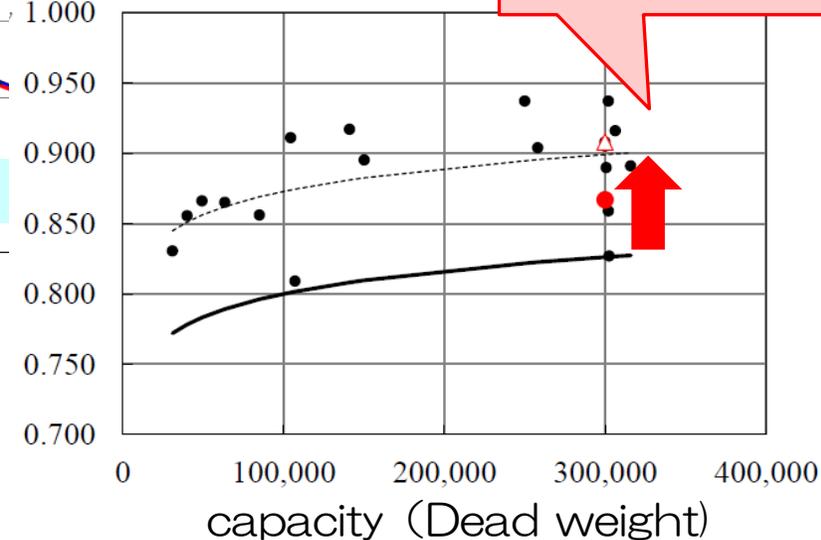


COVE



波浪中抵抗増加 (向波中)

速力低下係数



COVEは実海域性能の向上に有効な手段であり、GHG削減に効果的



参考文献 A. Sakurada, M. Tsujimoto, and M. Kuroda: Development of COVE Bow -Energy Saving Bow Shape in Actual Seas, Proceedings of PRADS2016 (2016)



おわりに

- ◆ 海運分野での地球温暖化対策として、運航中の船舶のCO2排出削減が必要であり、今後も継続して取り組む必要があります。
- ◆ 海技研は、建造、運航の両面から、上記の課題に対しソリューションを提供すべく、引き続き技術開発に尽力致します。

ご清聴ありがとうございました。