



2024年8月27日

実海域実船性能評価（OCTARVIA）プロジェクト フェーズ2
成果報告会

OCTARVIA2の活動

OCTARVIA2 社会実装WGリーダー

OCTARVIA2 社会実装WGサブリーダー

海上技術安全研究所

株式会社MTI

枋原直人

柳田徹郎

報告内容

1. 実施体制
2. 技術検討
3. 成果
4. まとめ

1. 実施体制

プロジェクト内に設置された会議体「OCTARVIA2」の作業部会「**社会実装WG**」にて技術検討を中心に実施

OCTARVIA会議

成果普及・国際標準化WG

- ・ OCTARVIA（フェーズ1）成果の普及促進（維持管理）
- ・ 利用環境の向上（サポート体制の構築）
- ・ デファクト化、国際標準化への対応（戦略検討）
- ・ OCTARVIA（フェーズ1）成果の第3者機関による評価の在り方検討

OCTARVIA 2

社会実装WG

- ・ 実船モニタリングデータ解析チーム（複数）による各社計画の実装のための実証（ライフサイクル性能管理等）
- ・ ShipDC/POLARIS接続等、OCTARVIA（フェーズ1）プログラムの機能強化による社会実装
- ・ 第3者認証に必要な技術検討
- ・ 実船モニタリング標準化の技術検討*
- ・ 実海域性能推定法・評価法の実船モニタリングデータでの実証
- ・ 代替燃料を使用した船舶への指標の適用*

連携

連携

海事局
船技協等

*新規参加者を打診

技術検討

- ✓ 実船モニタリング
- ✓ 実海域性能推定法

成果

- ✓ 標準手法
- ✓ プログラム

1. 実施体制

実船モニタリングデータ解析チーム

- モニタリングシステムを搭載した就航船を検討対象船として選定
- 検討対象船毎に解析チームを結成

(外航船)

- ✓ コンテナ船 : 6 隻※
- ✓ 自動車運搬船 : 2 隻
- ✓ 撒積貨物船 : 4 隻
- ✓ 油槽船 : 2 隻

(内航船)

- ✓ 一般貨物船 : 1 隻
- ✓ セメント運搬船 : 2 隻

※うち3隻は同型船

自動車運搬船（1隻）、一般貨物船については、水槽試験により波浪中性能に関するデータを取得

2. 技術検討

実船モニタリングシステム標準仕様の策定

モニタリングにより船の性能（実海域性能）を知りたい

→何を、どの程度の周期で計測すればよいのかを標準仕様として規定

◆ 計測項目

- | | |
|------------|-------------|
| ✓ 計測日時 | ✓ 相対風速、相対風向 |
| ✓ 船位（緯度経度） | ✓ 主機回転数 |
| ✓ 対地船速 | ✓ 主機出力 |
| ✓ 対水船速 | ✓ 喫水（排水量） |
| ✓ 船首方位 | ✓ 燃料消費量 |
| ✓ 針路 | |
| ✓ 舵角 | |

性能評価には
14項目だけで
よい

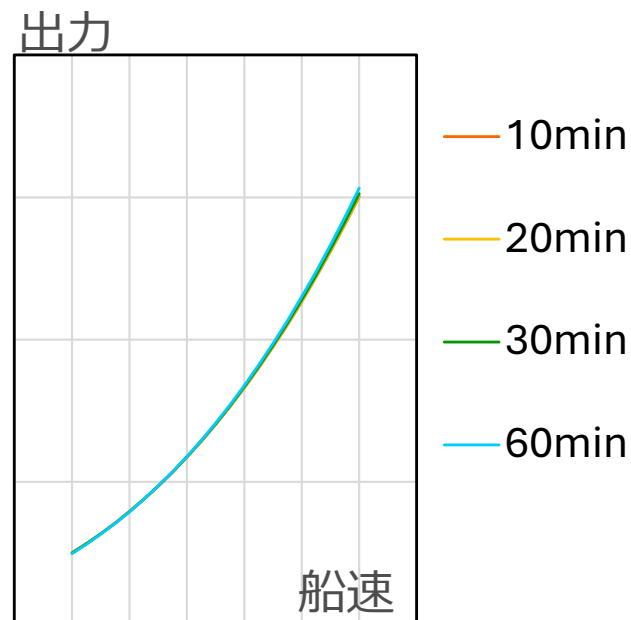
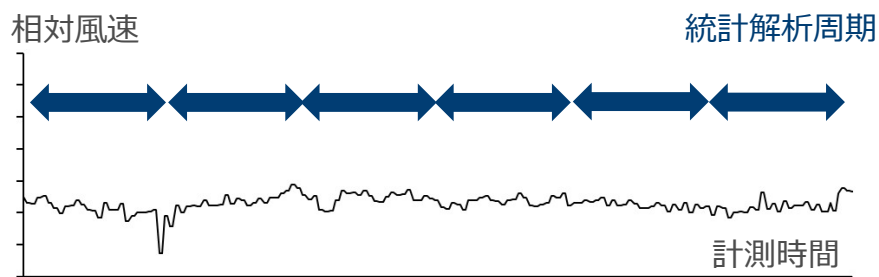
さらに波浪情報があれば、精度向上

2. 技術検討

実船モニタリングシステム標準仕様の策定

◆ 計測周期

生データの周期と、平均値等を求めるための周期
(統計解析周期)を規定



平水中性能への影響評価
(自動車運搬船)

モニタリングデータに基づく検討により、
統計解析周期10分~60分の範囲を推奨

モニタリングシステム標準仕様として利用できるようになった

2. 技術検討

実船モニタリングデータによる実海域パワーカーブ作成と実証

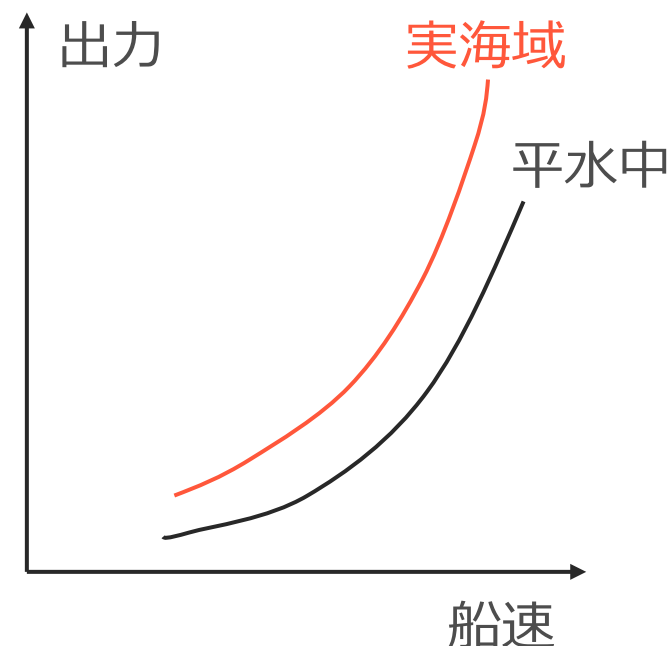
モニタリングにより、平水中だけでなく波、風のある状況（**実海域**）での性能を評価するための手順を検討

- ✓ OCTARVIAフェーズ1にて、平水中性能評価法として抵抗閾値法（RCM）を開発

- ・ 抵抗増加率によるデータフィルタリング
- ・ 数式モデルによるフィッティング

$$\begin{cases} P = a_n \cdot N_E^{b_n} \\ N_E = d_{nv} \cdot V_S \end{cases} \quad \begin{array}{l} V_S : \text{船速} \\ N_E : \text{主機回転数} \\ P : \text{主機出力} \end{array}$$

- ✓ RCMを利用した実海域パワーカーブの評価法について、検討を実施



波、風に関するデータ抽出（**海象フィルタリング**）がポイント

2. 技術検討

実船モニタリングデータによる実海域パワーカーブ作成と実証

検討のための評価海象を、OCTARVIAフェーズ1で作成したECスケールに基づいて設定（波、風の向きは正面とした）

EC	1	2	3	4
絶対風速	4.4m/s	6.9m/s	9.8m/s	12.6m/s
有義波高	1.25m	2.0m	3.0m	4.0m
平均波周期	4.3sec.	5.5sec.	6.7sec.	7.7sec.

- ・ 中央値を表記
- ・ 各スケールは上限、下限を有する

評価海象 外航船：EC3、内航船：EC2

ユーザーが任意に設定可能

2. 技術検討

実船モニタリングデータによる実海域パワーカーブ作成と実証

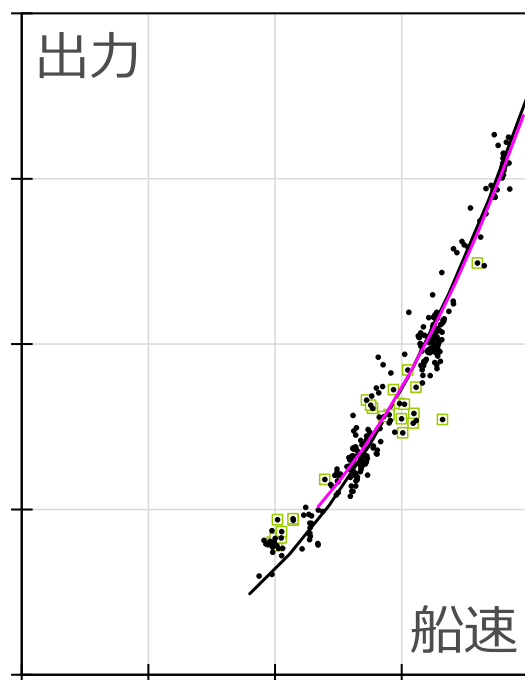
海象フィルタリング条件：

※上限基準

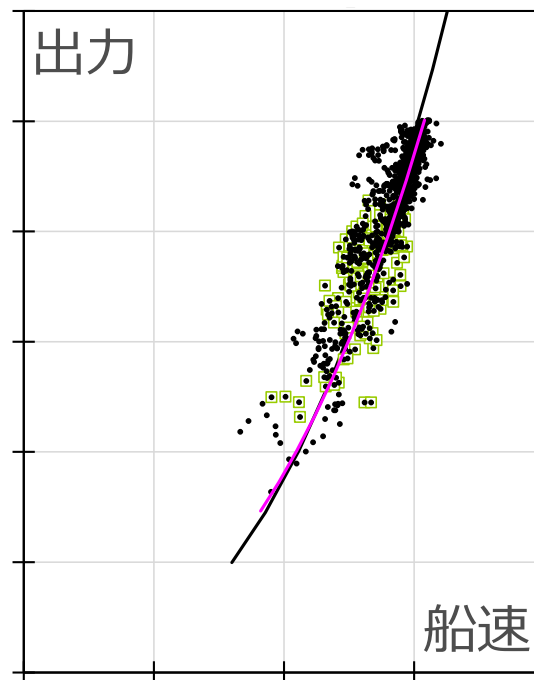
外航船：EC3（向波向風）での性能評価を行う場合、EC4以下※のデータを抽出

絶対風速：14.1m/s未満、有義波高：4.75m未満、波向、風向：正面±45度

EC3（向波向風）での出力評価例



自動車運搬船



撒積貨物船

— 実船データに基づく評価結果

— シミュレーション結果

● フィッティングデータ

□ 評価データ

実海域パワーカーブの検証が可能になった

2. 技術検討

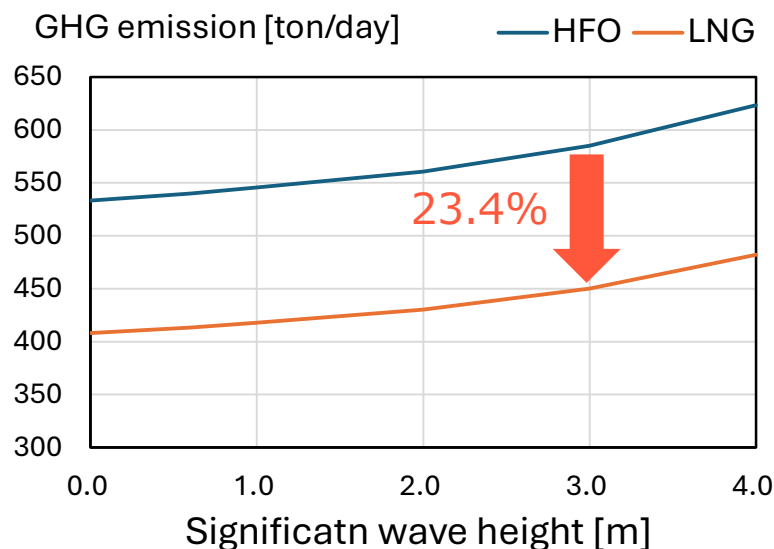
代替燃料を使用した船舶への指標の適用

使用燃料をC重油から代替燃料に変更したときのGHG排出量削減効果を評価

代替燃料： LNG LPG アンモニア メタノール 水素 バイオ燃料

- ・ 一般商船を想定し中低速ディーゼル機関を対象とする
- ・ 燃料に応じ、パイロット燃料を考慮
- ・ LNG利用時のメタンスリップ、アンモニア利用時のN₂O排出を考慮

大型コンテナ船での検討例（短期海象中でのGHG削減効果）



向波向風中でのGHG削減効果：

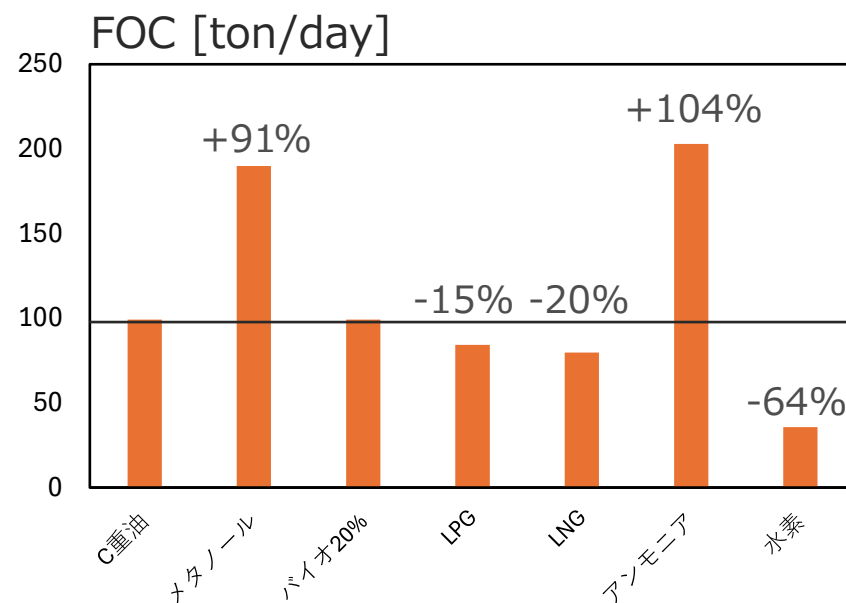
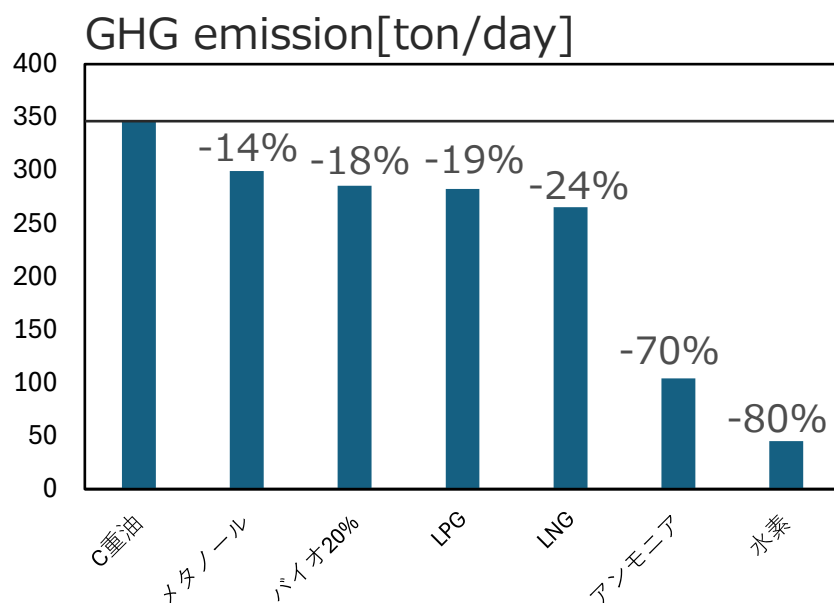
C重油からLNGに変えることにより、23.4%のGHG削減効果が見込まれる

2. 技術検討

代替燃料を使用した船舶への指標の適用

大型コンテナ船での検討例（ライフサイクルでの評価）

評価期間や想定航路、個船情報、性能悪化を仮定して、ライフサイクルでの主機関のGHG排出量、燃料消費量を評価



ライフサイクルでのGHG排出量、燃料消費量から、性能改善・投資効果の判断が分析的に可能になる

2. 技術検討

汚損・経年影響の実証

長期間のモニタリングデータから、生物汚損や経年変化による船舶の性能劣化を「見える化」する手法を開発する

性能劣化…基準となる平水中性能からの悪化

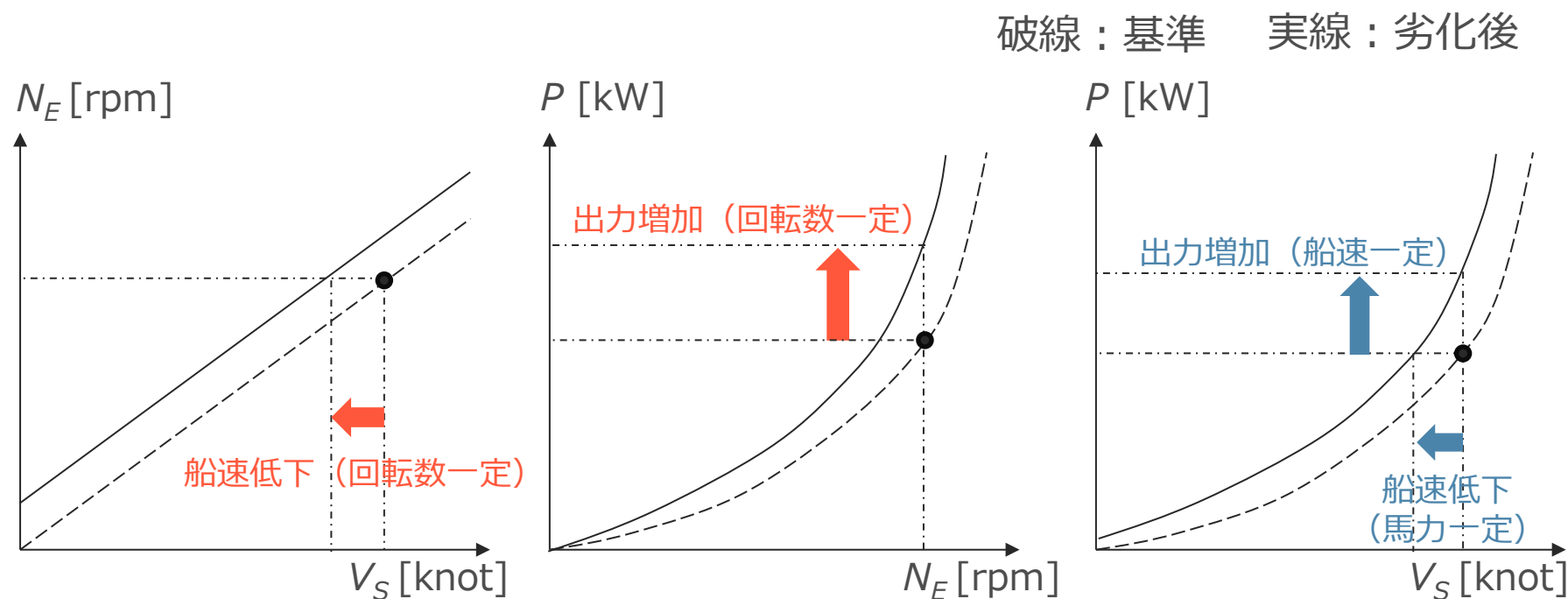


2. 技術検討

汚損・経年影響の実証

RCMをベースに、数式モデルを構築

$$P = a_n \cdot N_E^{b_n} \quad N_E = d_{nv} \cdot V_S \boxed{+ e_n} \quad \text{性能劣化を表す項}$$

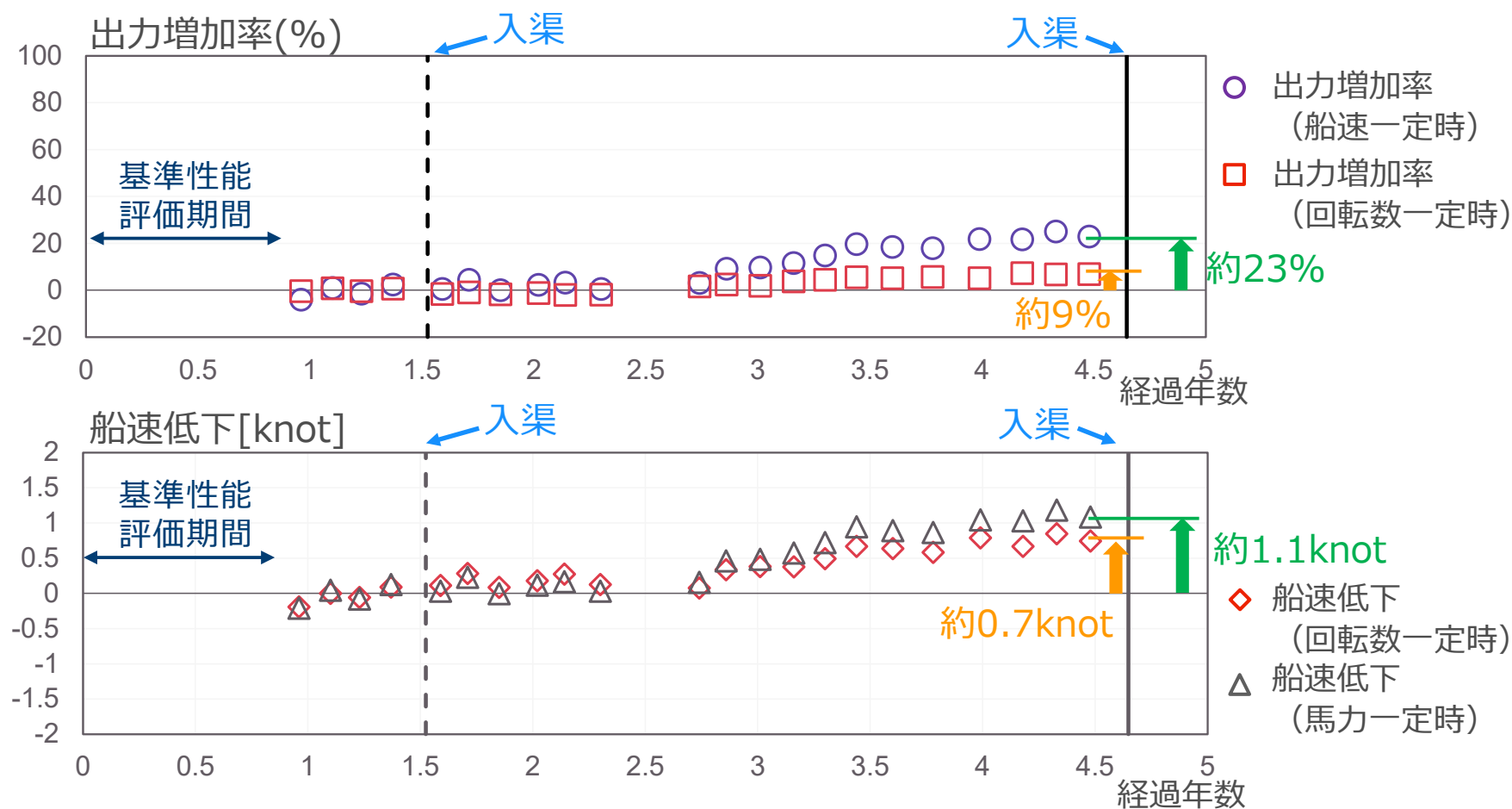


航海ごとに船速低下、出力増加を計算

2. 技術検討

汚損・経年影響の実証

大型油槽船での評価例



2. 技術検討

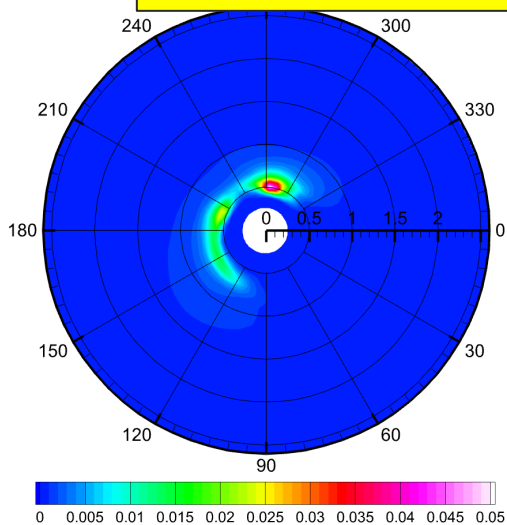
方向スペクトラムの利用実証

モニタリングデータ解析を行う際の方向スペクトラムデータの利用指針を作成する

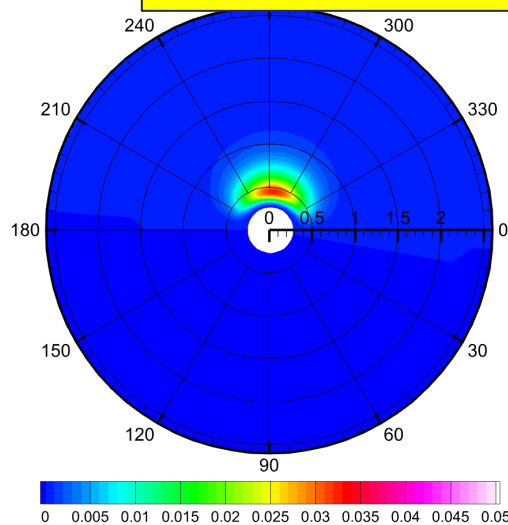
モニタリングデータ解析では、高精度化のため波浪データが重要

→ **波浪諸元（有義波高、平均波周期、主波向）**を用い、モデルに基づきユーザーが再現することが一般的（**標準方向スペクトラム**）

実際 詳細方向スペクトラム



再現 標準方向スペクトラム



方向スペクトラムの形状によっては、うまく再現できない場合がある。



標準方向スペクトラムはどこまで使えるか？

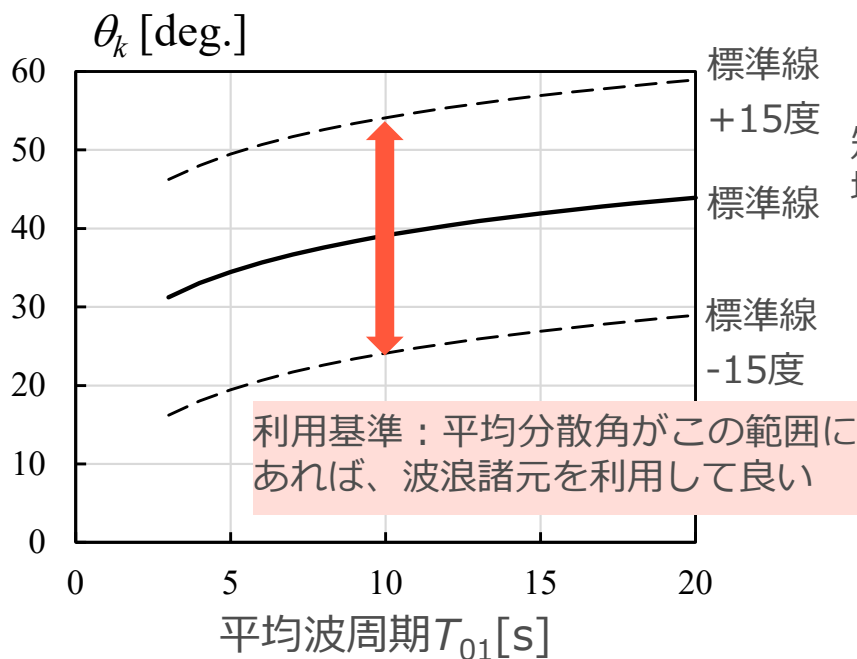
2. 技術検討

方向スペクトラムの利用実証

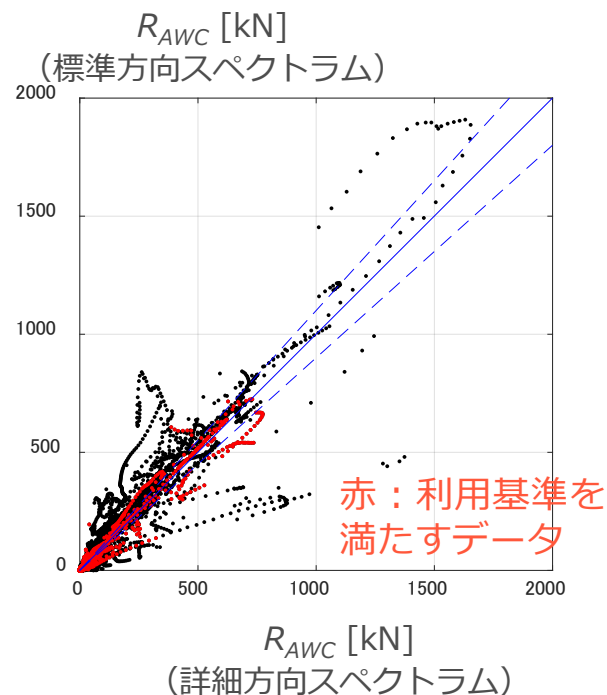
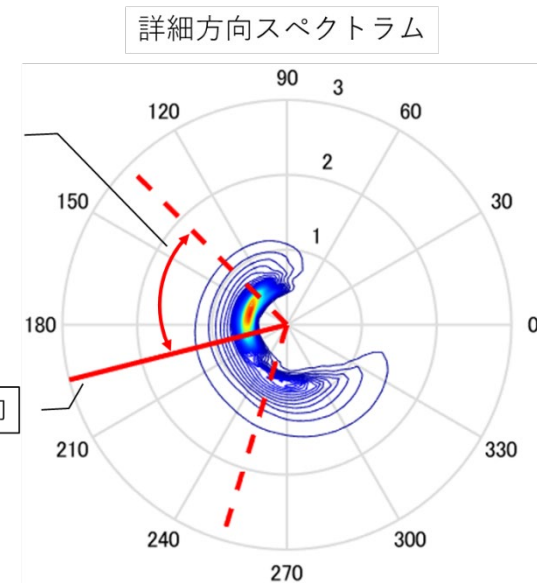
平均分散角 θ_k に注目

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

M_{pq} : 方向スペクトラムモーメント



短波頂不規則波中抵抗
増加 R_{AWC} を計算
(コンテナ船)



実海域性能評価の場合、平均分散角が標準線に対し ± 15 度の範囲であれば標準スペクトラムが利用可能

2. 技術検討

入力レベル別評価の実証

モニタリング解析に使用するデータの種類（レベル）が評価結果に及ぼす影響を調べる

計測

- 機器精度調査、ISO19030を参考に計測項目、要求精度を設定
- 時間定常性、安定性を確保する

自航要素
プロペラ単独性能

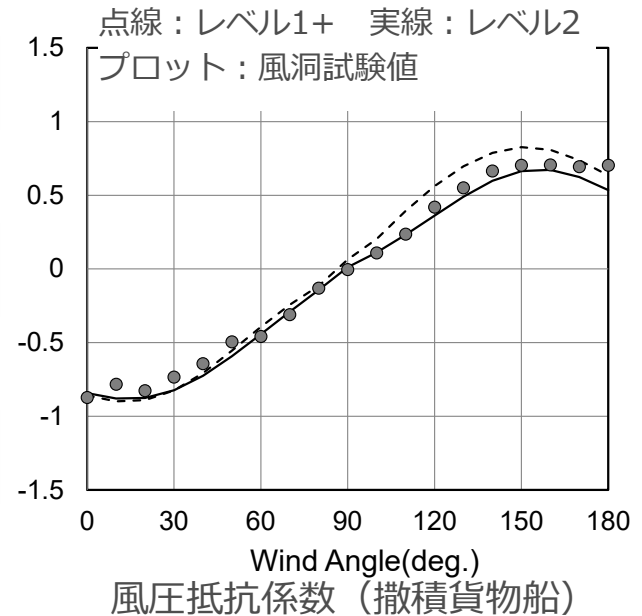
解析

- 波、風に関する外乱修正を導入
- 見掛けスリップ比による

波浪中抵抗増加
風圧抵抗

評価

- 抵抗閾値法（RCM）による品質管理法を備えた評価
- 水槽試験結果に基づく推定値を用いた評価



詳細な船型データ、水槽試験データを持たない船社、メーカー等・・・簡易推定を利用したレベル1評価

詳細な船型データ、水槽試験データを保有する造船所・・・造船設計データによるレベル2評価

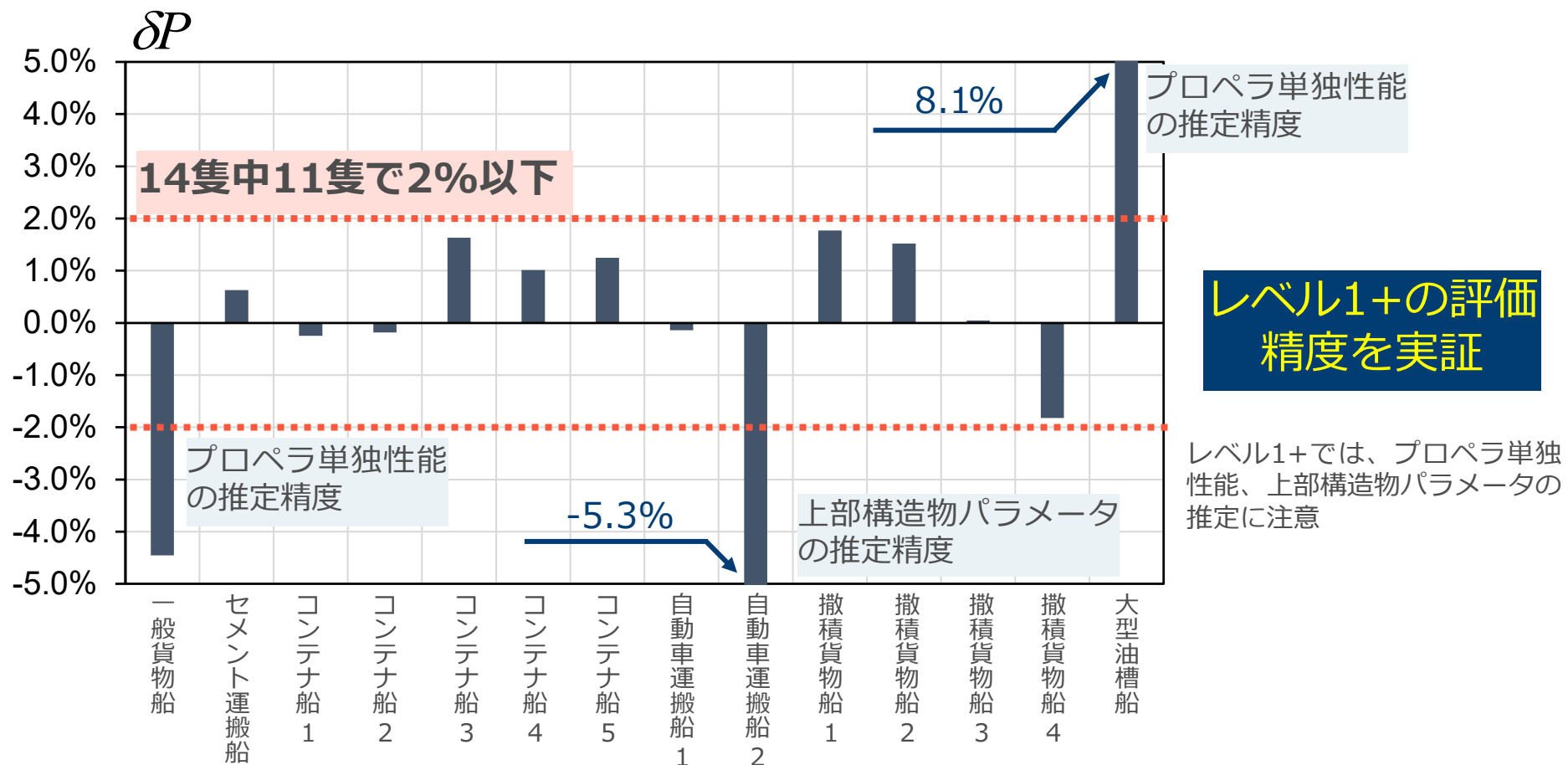
実海域性能評価用に開発したEAGLE-OCT.を用いる場合をレベル1+とした。

2. 技術検討

入力レベル別評価の実証

レベル1+、レベル2での設計船速における主機出力（平水中）を P_{1+} 、 P_2 として主機出力の差 δP を計算（14隻）

$$\delta P = \frac{P_{1+} - P_2}{P_2}$$



2. 技術検討

実海域中性能推定法の実証

低速運航時の実海域性能推定高向上のため、**波浪中抵抗増加および斜航抵抗**の推定法の改良を行う

波浪中抵抗増加

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

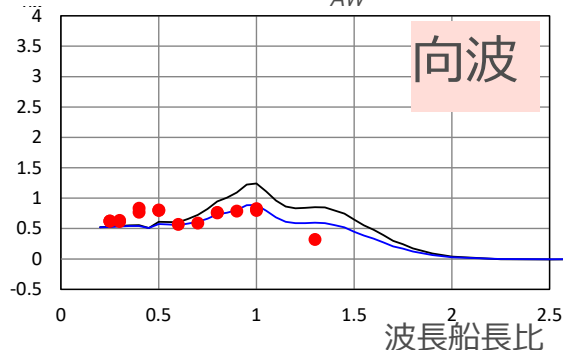
修正係数（船速の関数）

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

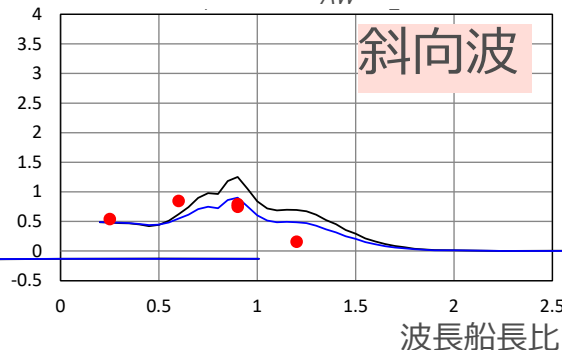
KVLCC2での検討例（フルード数：0.055）

黒実線：従来法 青実線：改良手法 赤：実験値

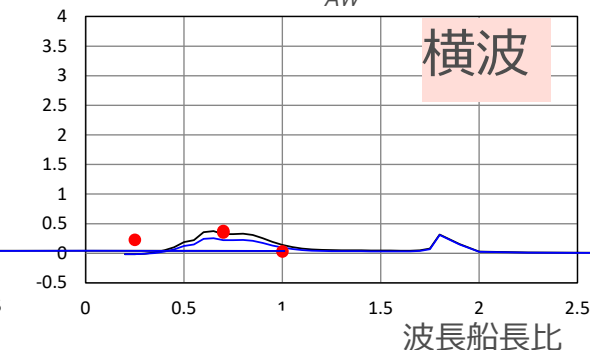
波浪中抵抗増加係数 K_{AW}



波浪中抵抗増加係数 K_{AW}



波浪中抵抗増加係数 K_{AW}



低速での推定精度改善を実現

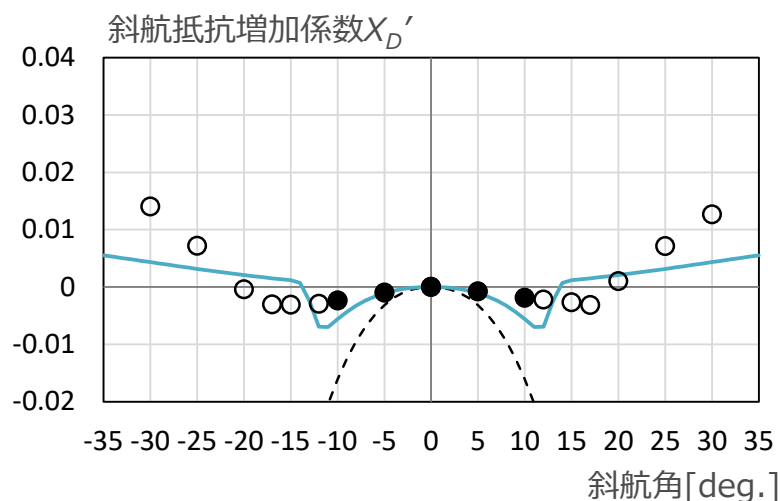
2. 技術検討

実海域中性能推定法の実証

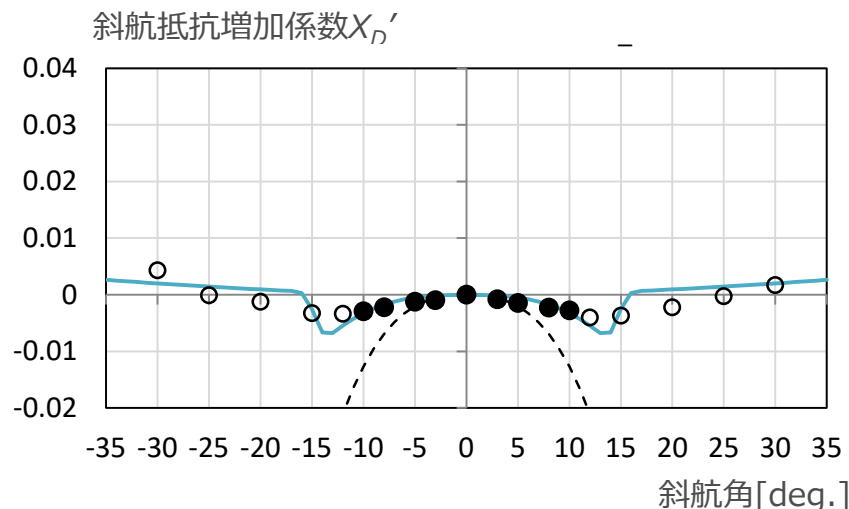
斜航抵抗

$$X_D' = \underbrace{-X_0'(V) + X_0'(V \cos \beta)}_{\text{速度変化に伴う抵抗変化}} + \frac{1 - \operatorname{erf}(|\hat{\beta}| - \hat{\beta}_1)}{2} \underbrace{\gamma_D}_{\text{船型に依存するパラメータ}} \frac{\overset{\text{貴島モデルによる係数}}{(Y_D' \cos \beta)^2 \cos \beta}}{\pi \Lambda_H}$$

白丸：実験値 黒丸：実験値（斜航角10度以下） 黒点線：従来法 水色実線：改良手法



一般貨物船（フルード数：0.114）



自動車運搬船（フルード数：0.138）

低速での推定精度改善を実現

3. 成果

標準手法

フェーズ1で作成した標準手法に、フェーズ2の成果を反映、アップデート



(主なアップデート内容)

- ・実海域パワーカーブ評価法
- ・汚損、経年影響評価法
- ・方向スペクトラムの利用指針

実船モニタリング標準手法

Ver. 3.0

2024 年 3 月



(主なアップデート内容)

- ・代替燃料利用時の性能推定
- ・波浪中抵抗増加、斜航抵抗推定式の更新

実海域性能標準推定法

Ver. 3.0

2023 年 3 月

OCTARVIAの成果を国際標準として提案 (ISO/TC8/SC2)

3. 成果

プログラム

フェーズ1：標準手法の普及を念頭に、ウェブアプリとして作成

- 船体形状、船体性能推定プログラム：EAGLE-OCT.-web
- 実船モニタリングデータ解析プログラム：SALVIA-OCT.-web
- ライフサイクル主機燃費計算プログラム：OCTARVIA.-web



フェーズ2：フェーズ2の成果をそれぞれのプログラムに反映

<SALVIA-OCT.-web>

外部データサービスとの連携 プログラムのAPI化

3. 成果

プログラム

SALVIA-OCT.-web : 外部データサービスとの連携

モニタリングデータや気象海象データを、外部serviceより入手、ウェブアプリ上に転記し、実船性能評価に利用する。



自社でモニタリングデータや気象海象データを有していない場合でも、実船性能評価が可能です

ShipDCのデータ利用 : ShipDCからのキーファイル発給が必要
発給後、専用サイトから利用申し込み

POLARISのデータ利用 : 専用サイトから利用申し込み

SALVIA-OCT.-web : プログラムのAPI化

ウェブブラウザを介さず、コマンドベースで入力データの送信、計算結果の受診を行う→複数隻の計算を一括して実行することが可能になります。

4. まとめ

- ✓ OCTARVIAプロジェクトフェーズ2 OCTARVIA2での技術検討・成果について紹介しました。
- ✓ 実船モニタリング、実海域性能推定の2つの観点で技術検討を実施しました。

モニタリングシステム標準仕様、実海域パワーカーブ、代替燃料利用、船舶性能の経時変化評価、方向スペクトラムの利用指針、レベル別評価、実海域中性能推定法の実証（低速時の波浪中抵抗増加、斜航抵抗）

- ✓ 技術検討の成果を標準手法として文書化するとともに、ウェブアプリ化し幅広く利用できるようにしました。

ウェブアプリのアップデート、外部データサービスとの連携、プログラムのAPI化

- ✓ ウェブアプリを通して、海運業界の皆様にOCTARVIAプロジェクトの成果をご利用いただくことが可能です。