

ビッグデータの活用による 実海域性能評価

(国研) 海上・港湾・航空技術安全研究所
海上技術安全研究所
流体設計系

辻本 勝

講演内容

1. はじめに
ビッグデータと実海域性能
2. 実海域性能—研究開発
ウェザールーティングへの応用
屈折率整合技術
3. OCTARVIAプロジェクト
4. まとめ

ビッグデータと実海域性能

実船モニタリングデータを利用する目的は何ですか？

メンテナンス計画



異常検出



運航評価



燃費削減



設計へのF.B.



高実海域船舶

意思決定の支援

ビッグデータと実海域性能

実船モニタリングデータ

BIG DATA



解析

物理モデル
統計モデル
AI技術



設計

力学

輸送機関にとって性能は重要な設計事項

性能設計は力学をベースに行われる



実海域での船舶性能の推定

ビッグデータと実海域性能

船舶性能は模型船を使用した水槽試験で推定される

(Question)

実海域を航行する実船の性能は、模型船の水槽試験で推定できるのか？

Yes

実船でのテストを建造前にできないが、造船学は長年に亘る工学的知見を有します。



実船モニタリングデータで確認をしたらどうか？

ビッグデータと実海域性能

実船モニタリングデータで性能確認をしよう

- ★喫水状態、主機回転数など、状態が様々
- ★気象海象条件が様々
- ★解析手法がたくさんあってどれを選択したらよいのか

悩んでいるうちにデータはどんどん蓄積され、

何も手につかない



ビッグデータと実海域性能

実船モニタリングデータ

→ 統計モデル

なぜ燃費が上昇したのか？
対策はどうしたらよいのか？

★ 現象を理解するのが困難

→ 物理モデル

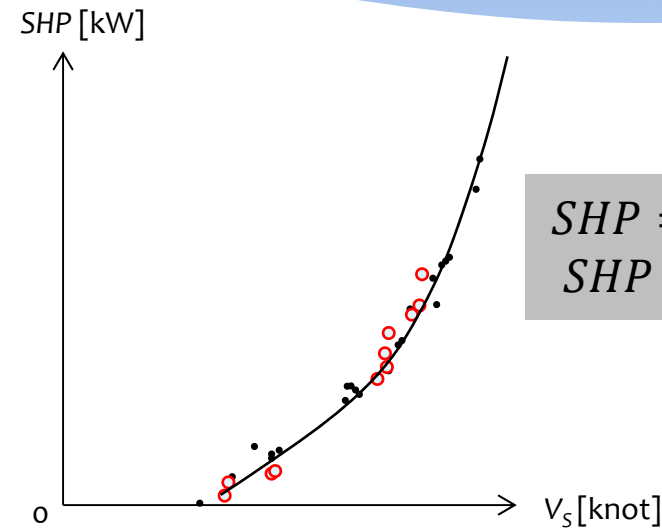
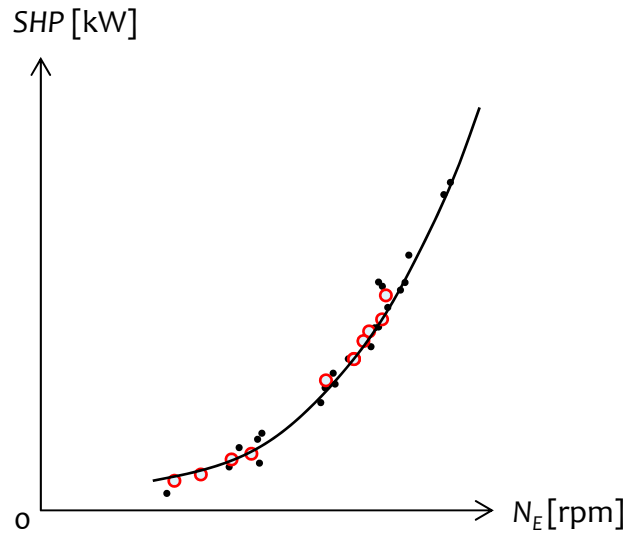
全体精度を考慮し、解析法の組み合わせが重要

いくつかの事例を紹介します

ビッグデータと実海域性能

平水中性能の推定

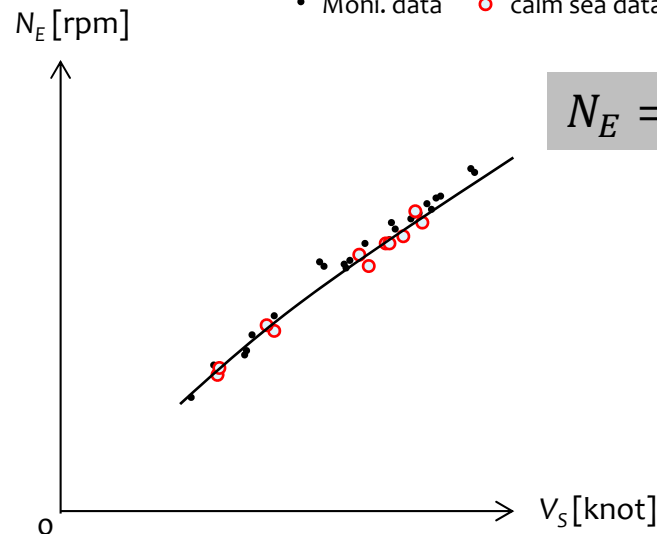
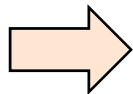
性能カーブを求めるため、平水中データでカーブフィッティング



$$SHP = a_n N_E^{b_n} + c_n$$
$$SHP = d_n V_S^{e_n} + f_n$$

• Moni. data ◯ calm sea data extracted — Fitting curve

調べてみると

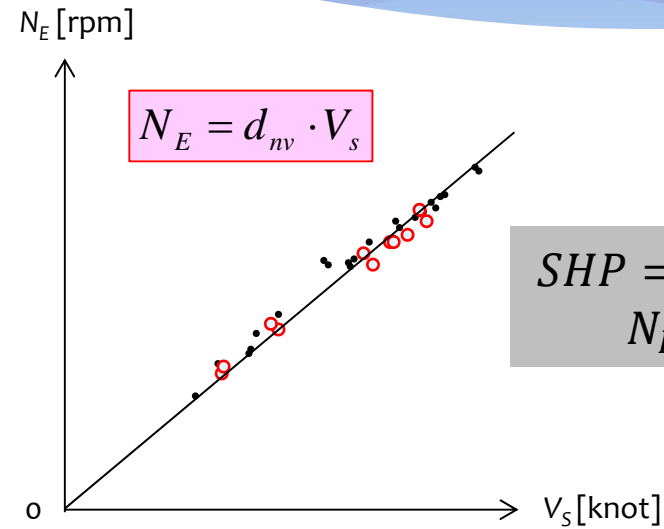
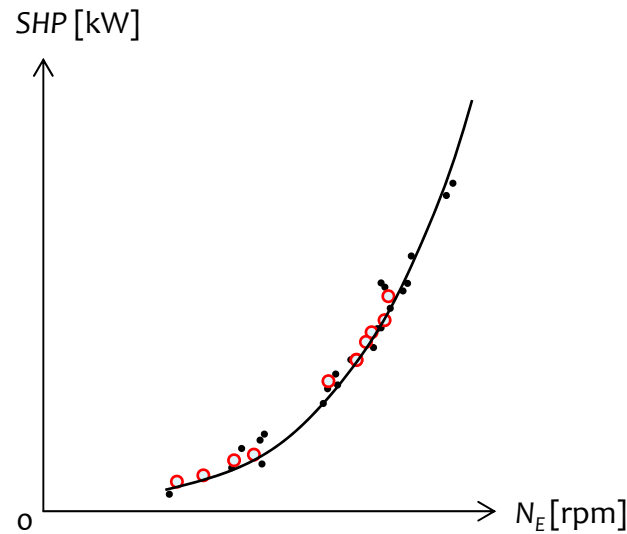


$$N_E = \{(d_n V_S^{e_n} + f_n - c_n) / a_n\}^{-b_n}$$

これは物理現象に合わない
➤ データ抽出条件が不良

☆知識と経験が必要

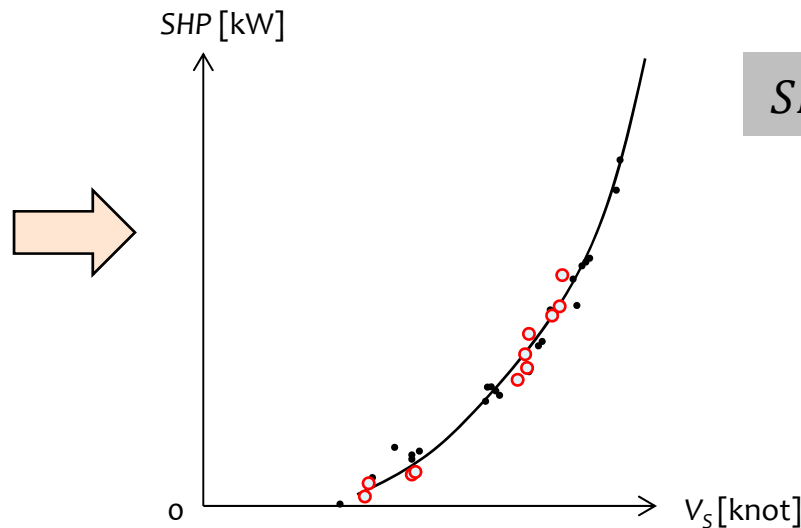
そこで物理モデルを導入



$$SHP = a_n N_E^{b_n} + c_n$$

$$N_E = d_{nv} V_S$$

• Moni. data ◯ Calm sea data extracted — Fitting curve



$$SHP = a_n d_{nv}^{b_n} V_S^{b_n} + c_n$$

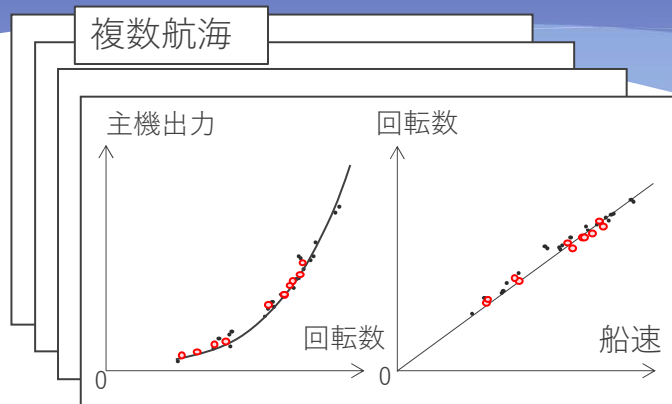
精度を有する方法

ビッグデータと実海域性能

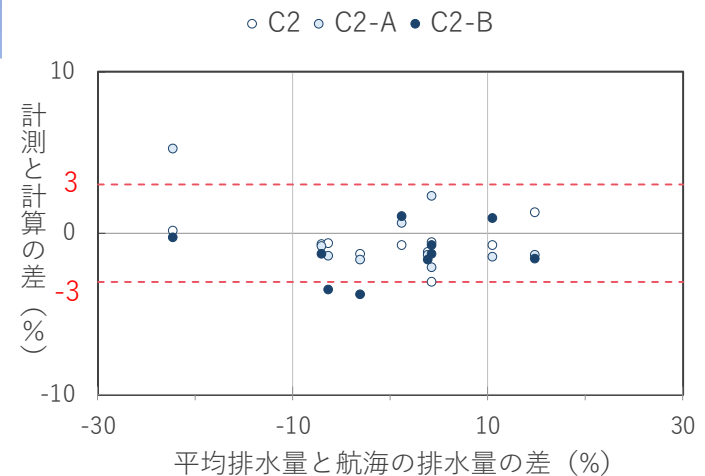
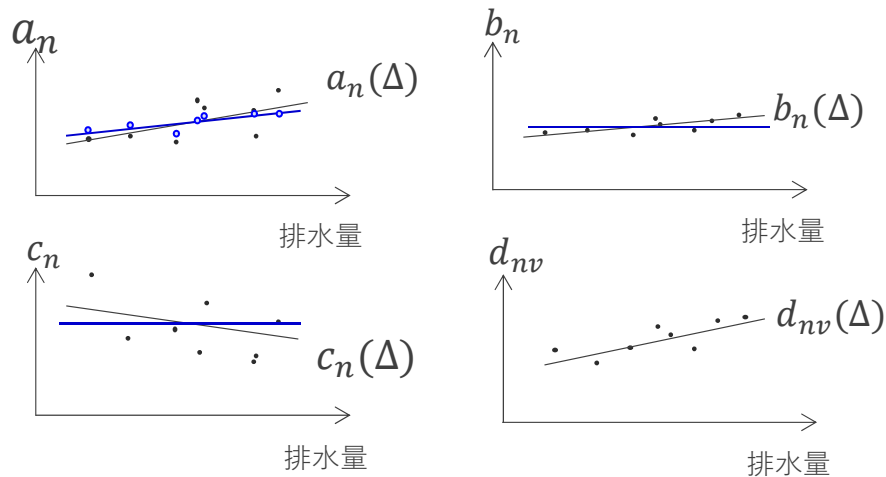
排水量の扱い

排水量は航海ごとに異なる

商船三井一海技研の共同研究により実運航評価を目的に実施。



数式モデル



燃費の計測と計算の差 (%)

	C2	C2-A	C2-B
平均値	1.1	1.8	1.6
標準偏差	1.0	2.2	1.5

実海域性能—研究開発 ウェザールーティングへの応用

ウェザールーティング（最適航海計画）の高度化を目的に、
実船モニタリングデータを利用したシステムを開発。

波浪レーダーによる高信頼化手法の開発

波浪レーダーとドップラー波高計を組み合わせたハイブリッド式波浪レーダーにより、信頼性を向上させると共に高精度に波浪情報をモニタリング。

ハイブリッド式波浪レーダーの開発

波高の検証



ドップラー波高計

波浪レーダー



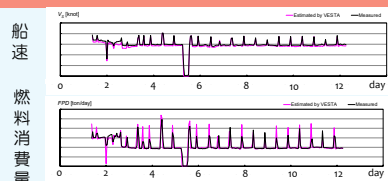
対象船：自動車運搬船
(全長約200m)

実船による検証

ハイブリッド式波浪レーダー、実船モニタリングシステムを設置し、VESTAによる性能推定を実装したウェザールーティングシステムを開発し、実船により検証。



船体・機関制御による高効率化手法の開発



プログラムVESTAと計測値の比較



実海域再現水槽での検証

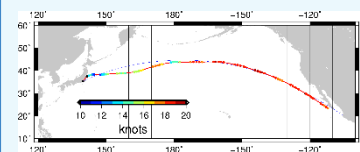
船体性能と機関・ガバナー特性を個船毎に考慮し、実海域船速・燃料消費量の高精度推定を実施（積算燃費の差：1%）。

実海域船速・燃費の高精度推定法の開発

最適航海計画のシステム化

遭遇海象情報・高精度シミュレーションを反映した高度な最適航海計画を開発し、陸上のセンターからサービスを提供。

高度最適航海計画システムの開発



実船検証の一例

実船実証試験により、従来システムに対して燃料消費量5%減を達成。

国土交通省交通運輸技術開発推進制度「パワーマネージ運航による高エネルギー効率運航システムの開発」（H27-H29年度）にて実施しました。

実海域性能—研究開発

ウェザールーティングへの応用

航海優先事項による評価

燃費評価

実船検証	燃費（航海実績との差）		
	VESTAモデル	統計モデル	従来モデル
	実船モニタリングデータ利用		ヌーンレポート利用
第1検証航海 ベルギー—ガーナ	0.8%	5.8%	10.9%

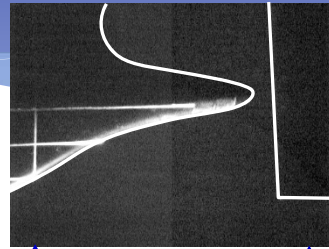
☆開発した最適航海計画システムは、統計モデルに対し燃料消費量5%の減、従来モデルに対し燃料消費量10%減が得られ、開発目標である燃料消費量5%減を達成。

定時性評価

実船検証	リルーティング回数	定時到着（航海実績との差）	
		VESTAモデル	統計モデル
第2検証航海 ケニア—インド	0	0.0%	-1.1%
	1	0.7%	0.7%
	2	0.7%	0.7%
第3検証航海 シンガポール—日本	0	0.2%	-10.1%
	1	0.0%	0.2%
	2	1.4%	0.8%
第4検証航海 日本—カナダ	0	-4.5%	-7.2%
	1	-4.2%	-4.2%
	2	-4.9%	-6.4%
以降、航海優先事項変更			

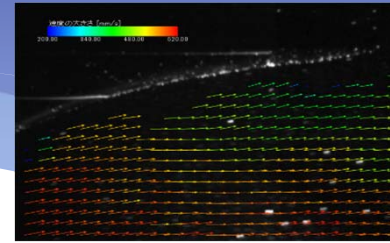
☆開発した最適航海計画システムは荒天時の到着の遅延リスクが考慮されるため、安全性の観点からも無理のないサービス提供につながる。

流場の計測 ➤ PIV（粒子画像流速測定法）による非接触計測の導入

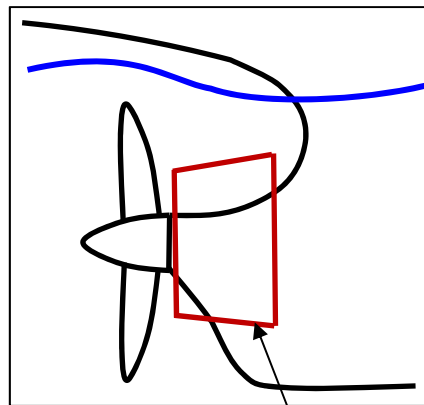


S.S.1/4

A.P.



省エネダクトなどの内部流場の計測



ダクト

- 物体の影になり非常に困難
- 透明模型
- 屈折率の違いにより流場計測できない。

✓ 屈折率をあわせた材料で計測を可能とする屈折率マッチングの導入。

実海域性能一研究開発

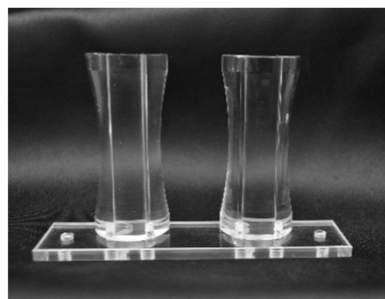
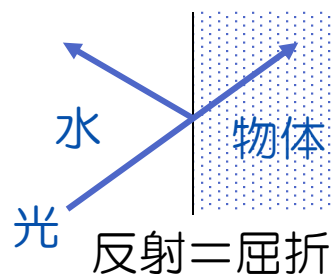
屈折率整合技術

屈折率整合技術

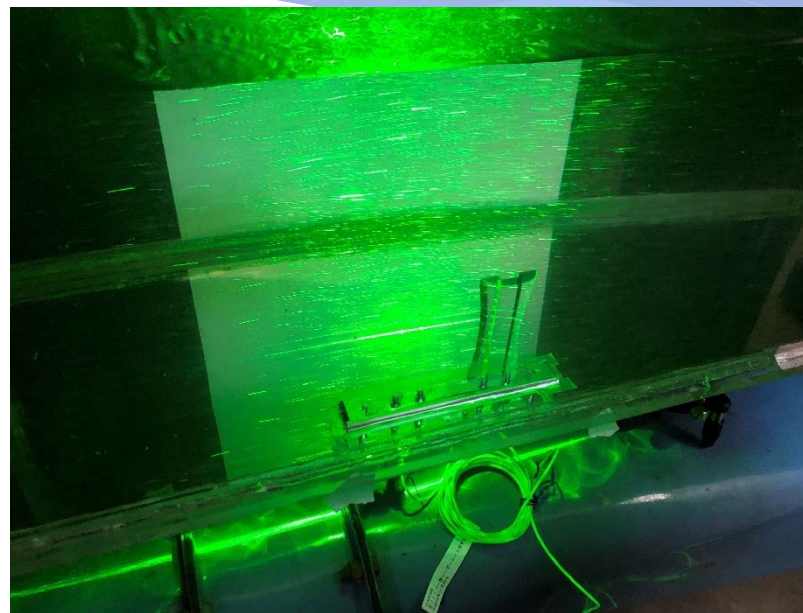
屈折率

- 水 1.333
- サイトップ* 1.34
- アクリル 1.49~1.53

見える 透過=見えない



サイトップ アクリル



水槽底面からレーザーシートを照射

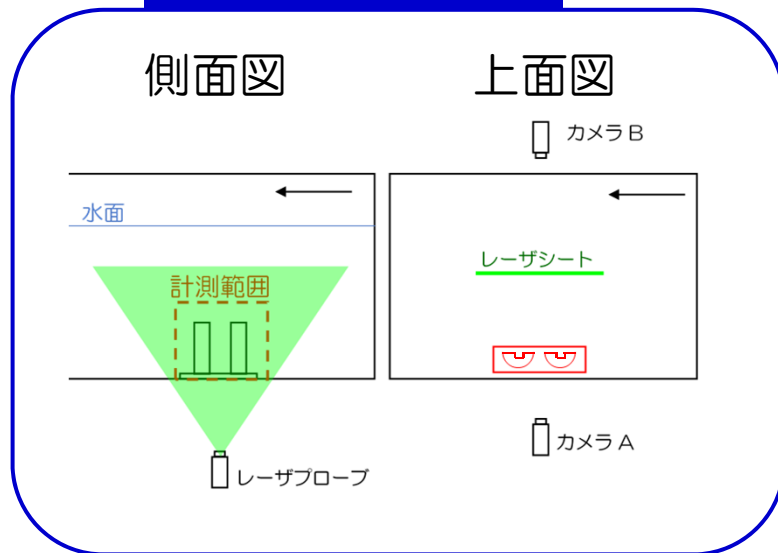
円柱状の透明素材（2種）を使い、水中で流場を撮影

✓ サイトップ円柱は屈折率整合により見えない

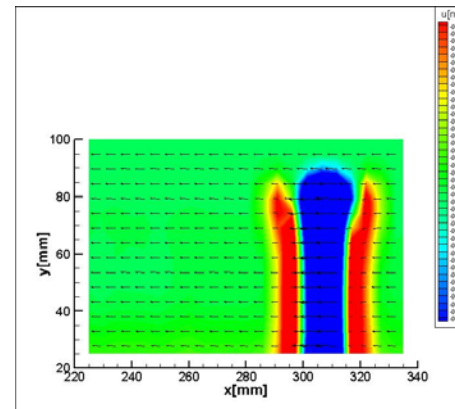
PIV解析結果

円柱背面の流場—一様流

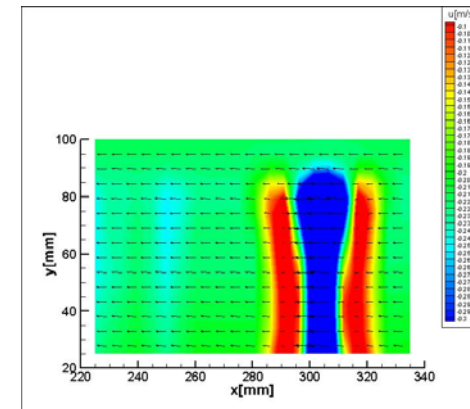
実験レイアウト



砂糖水（濃度4.7%）
（屈折率1.340）



水
（屈折率1.333）



$U=0.2\text{m/s}$ 相当

詳しくは、PS4：屈折率整合技術の水槽試験への応用—省エネダクト内部の詳細流場計測法の開発—
（濱田 達也）をご覧ください。

OCTARVIA project

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

プロジェクトの目的

船舶が実際に運航する波や風のある海域の中での速力、燃料消費量等の性能（実海域性能）を正確に評価する方法を開発するための共同研究プロジェクトです。

海事8セクター（*octō*）で構成

- Ship owners
- Shipyards
- Propeller & Rudder makers
- Governor maker
- Paint makers
- Classification society
- Research institute
- Weather consulting company



オクタビア

OCTARVIA project



参加25社



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」を確立します。

1

運航段階での評価

2

設計段階での評価

3

船主への提示方法



期間

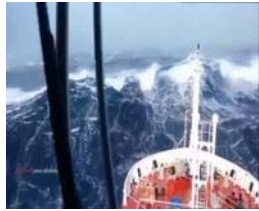
2017年10月～2020年9月まで（3年間）

予算

約2.7億円（参加者で均等割り費用を負担）

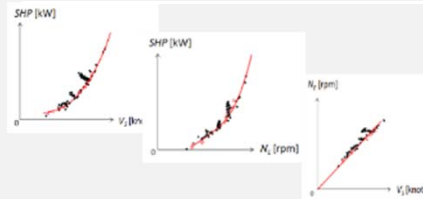
S1

実海域における
実船性能モニタリング手法の構築



運航フェーズ

実運航データをベースにした性能評価

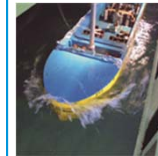
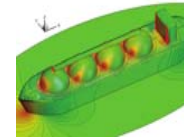


実船モニタリングデータ解析
新たなモニタリング計測手法

S2

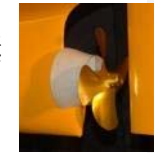
実海域性能推定手法の構築

CFD



波浪中抵抗
増加

波浪中自航要素



水槽試験技術/
計算技術



曳航水槽

設計フェーズ

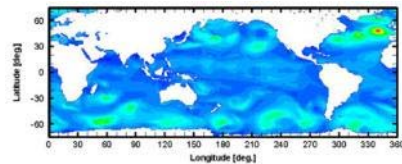


実海域再現
水槽

計測・計算方法の標準化を実施

S3

実海域性能評価手法の確立



多様な気象海象
での実海域性能
の提示方法

運航モデルでの燃料消費量評価法の検討
船主等に対する実海域性能の提示方法

船舶の実海域性能を客観的に
評価できる「ものさし」の確立

まとめ

- 実船モニタリングデータの解析方法、利用事例を示しました。
- ビッグデータの利用により、本船の実海域を航行する性能が把握され、運航や設計にフィードバックされていきます。

海事クラスターを結集した *OCTARVIA project* にて「ものさし」の確立を通して、我が国の実海域実船性能技術の深化を行います。

