

# EEDI高次規制に対応した 省エネ船舶開発手法の研究

2016/6/24

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

海上技術安全研究所 流体設計系

一ノ瀬康雄\*, 笠原良和, 久米健一

坂本信晶, 田原裕介, 川島英幹

## 1. 海技研の船型開発ツール

## 2. 船型Blending手法による船尾流れの見える化

## 3. 省エネ付加物の開発

- 省エネダクトWADの実用化 実船搭載実績:40隻

## エネルギー効率設計指標(EEDI)規制

平成23年7月採択 平成25年1月発効

海技研では我が国造船所のEEDI 対応技術力の強化に資する組織として、  
平成24年4月 EEDIプロジェクトチーム 発足

### □ 海技研の技術を活用した船型・省エネ付加物の独自開発

□ 船型開発手法とPhase3対応自主船型の開発

□ 省エネ付加物 WAD

### □ 民間からの委託研究

平成24年から平成27年度の4年間

□ 受託件数 44 件

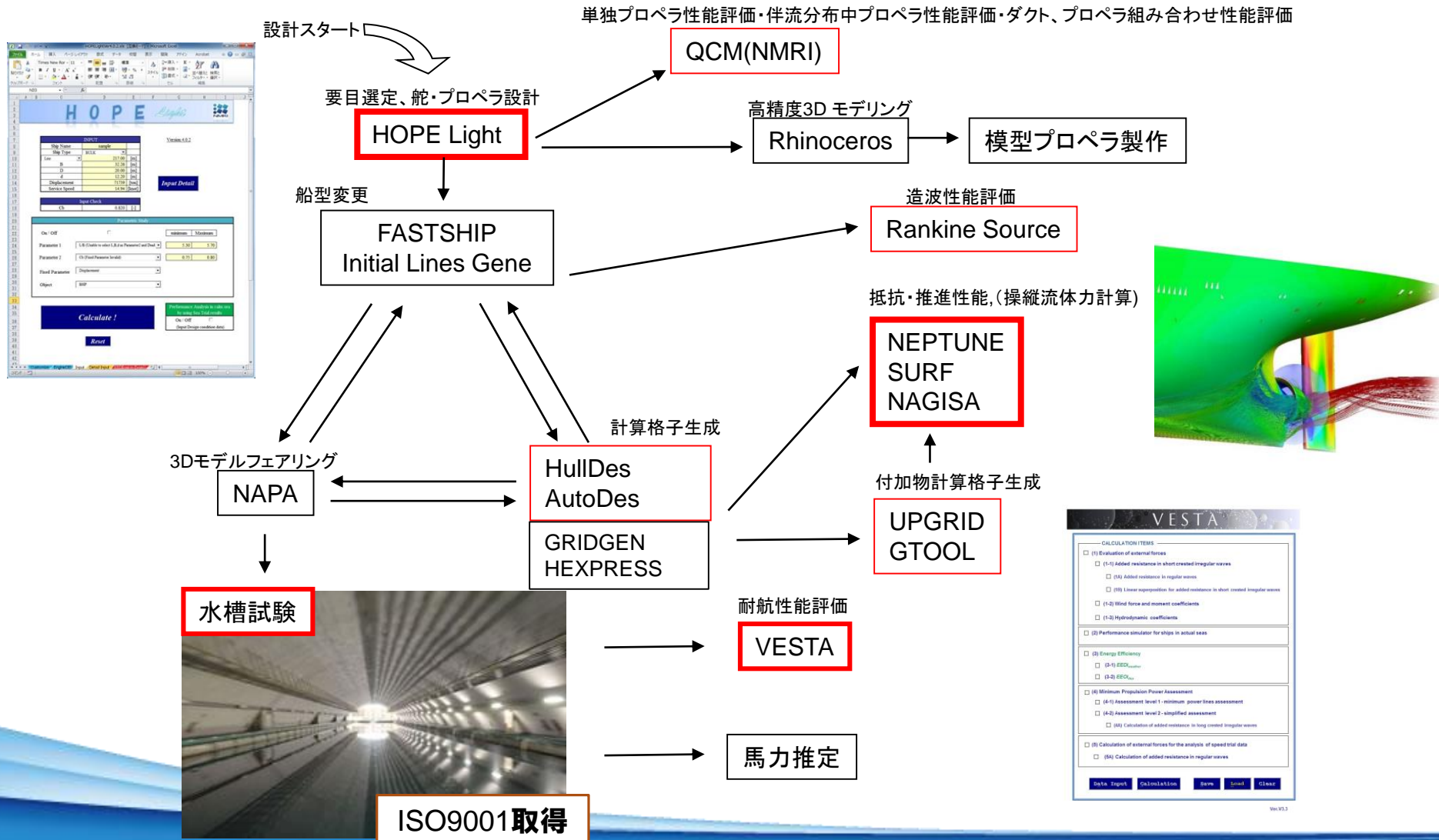
□ 契約総額 1.97 億円

### □ EEDI水槽試験のためのISO9001認証取得



実船に搭載されたWAD

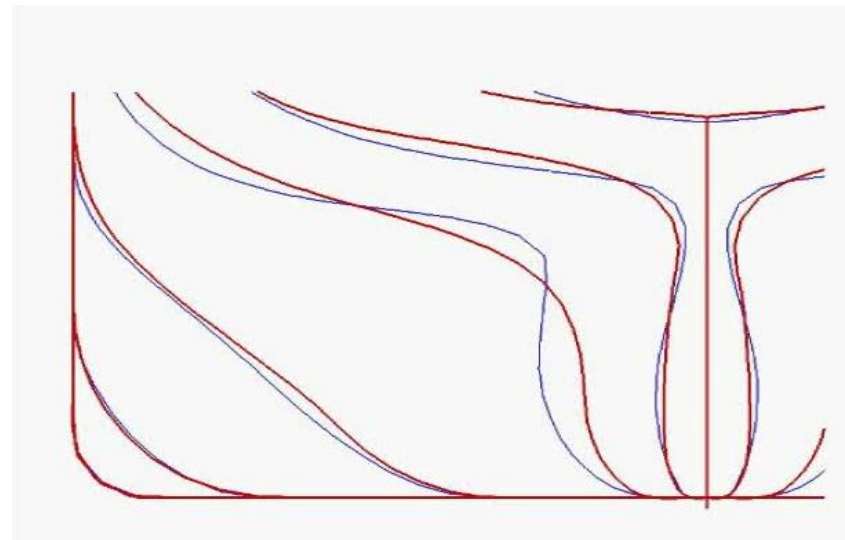
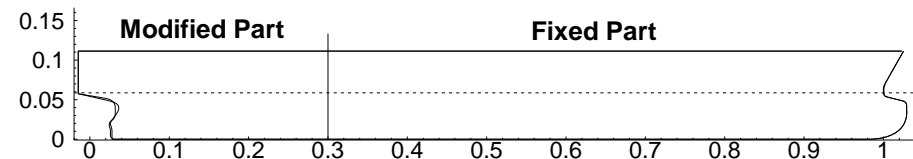
## 海技研の試験施設、開発ツールを活用した船型開発を実施



# 船型Blending手法

- 複数の船型を組合わせその中間船型を生成する船型Blending手法を活用
- 船尾の設計指針となる情報(職人的暗黙知)を見える化することが可能となった。

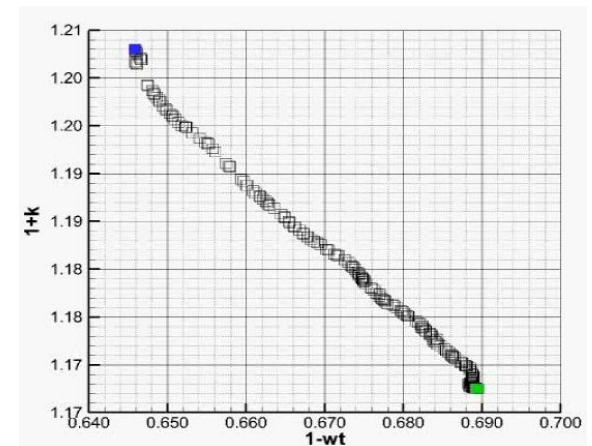
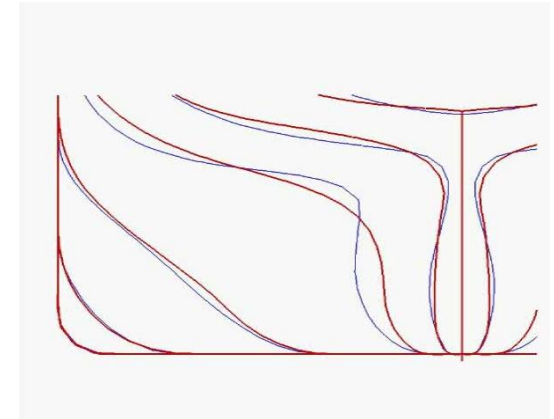
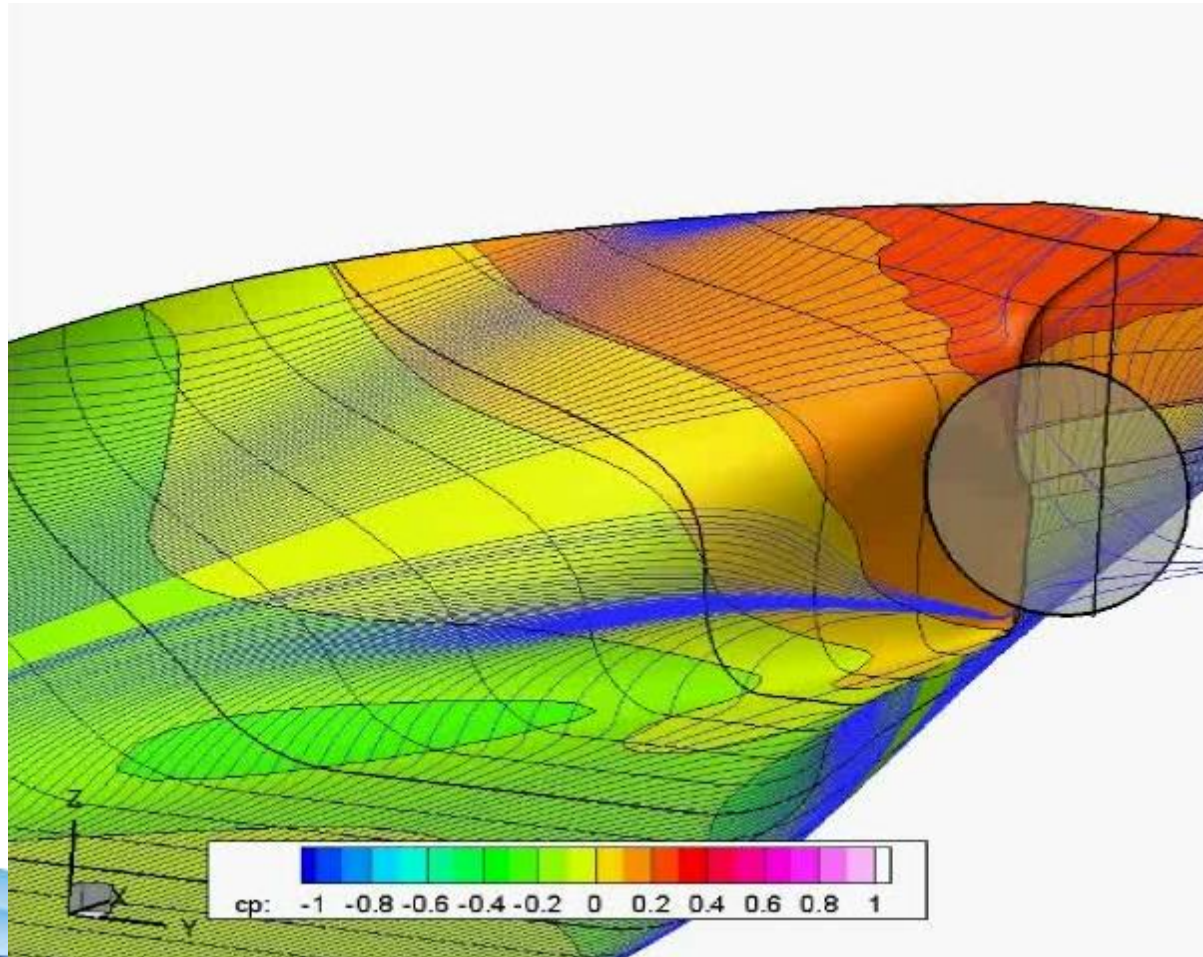
33,000 DW Chemical Tanker	
Length[m]	170.5
Breadth[m]	27.7
Draft[m]	10
$C_b$	0.79
Disp. diff.	-0.5%
WSA diff.	-0.2%
Dp[m]	6.6



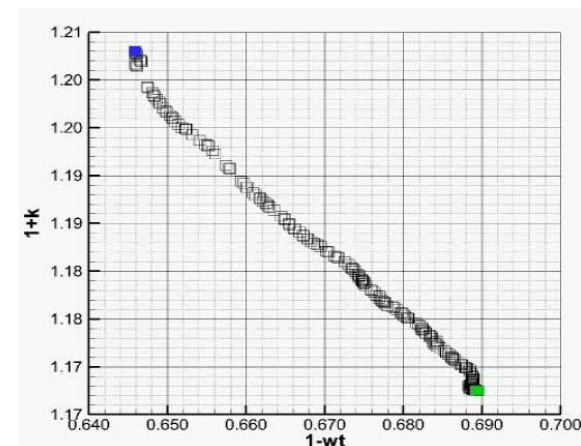
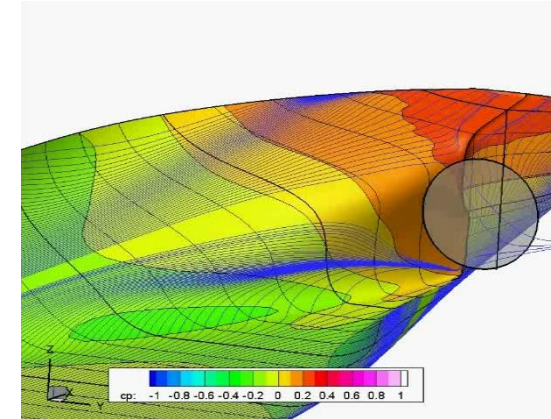
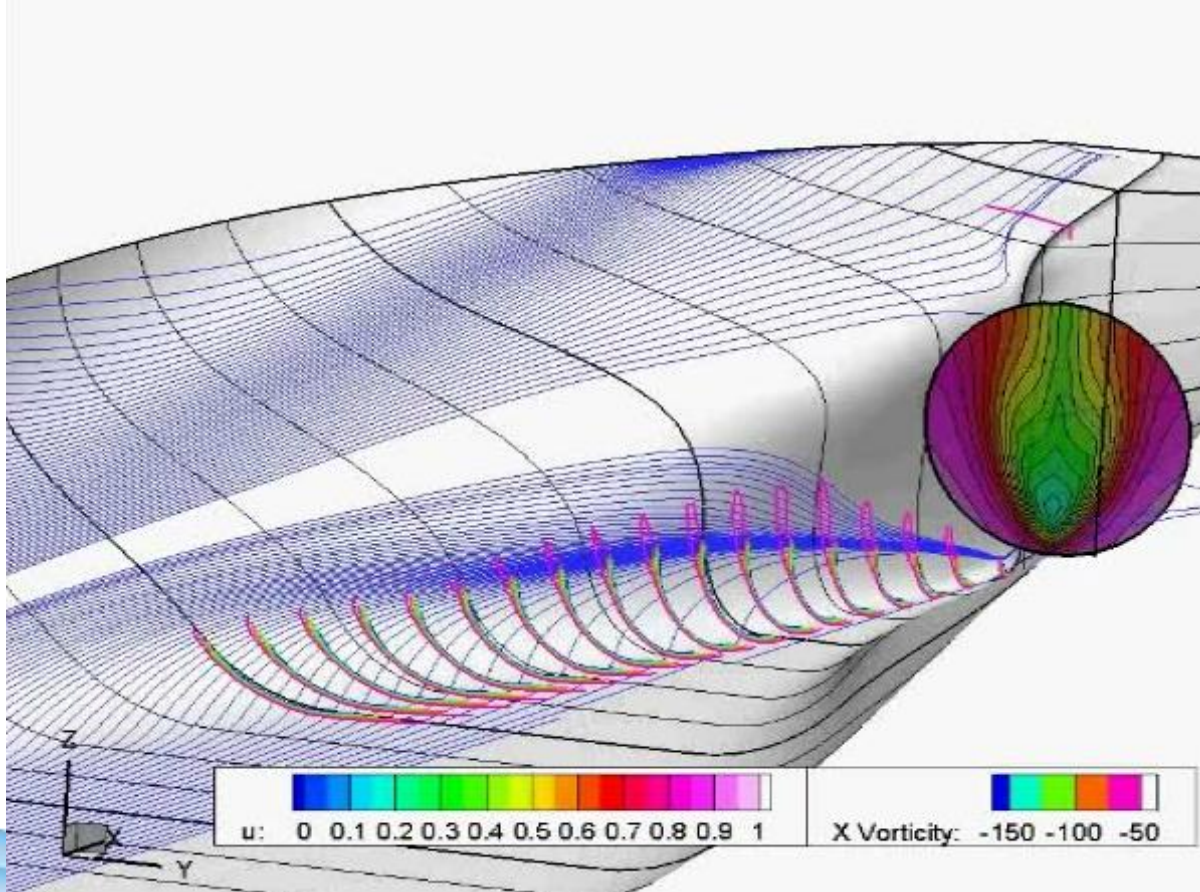
- Hull Form Blending method ( Tahara (2011) )
- 船尾形状のみV型からU型フレームラインに200stepで変形する。
- 船首形状は変化させない。



- 船尾フレームが船尾圧力場与える影響を可視化
- 等圧力線と剥離線との相関



- 船尾剥離線が船尾縦渦に与える影響を可視化
- 抵抗増加と伴流利得をもたらす船尾縦渦を適切に設計するため  
に有用な情報を示した。

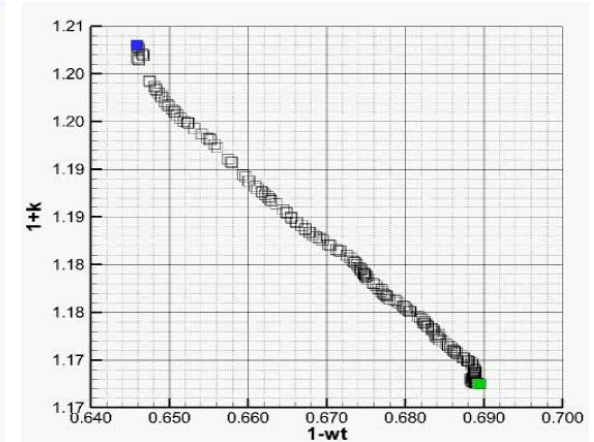
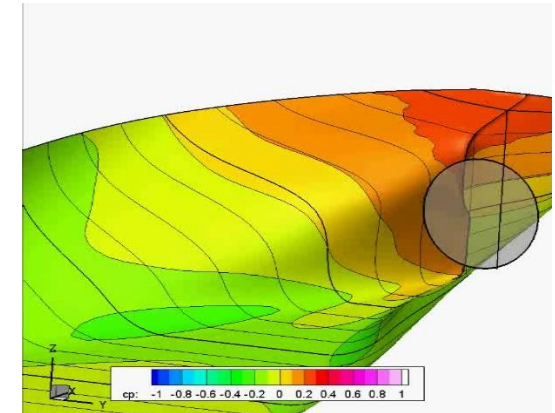
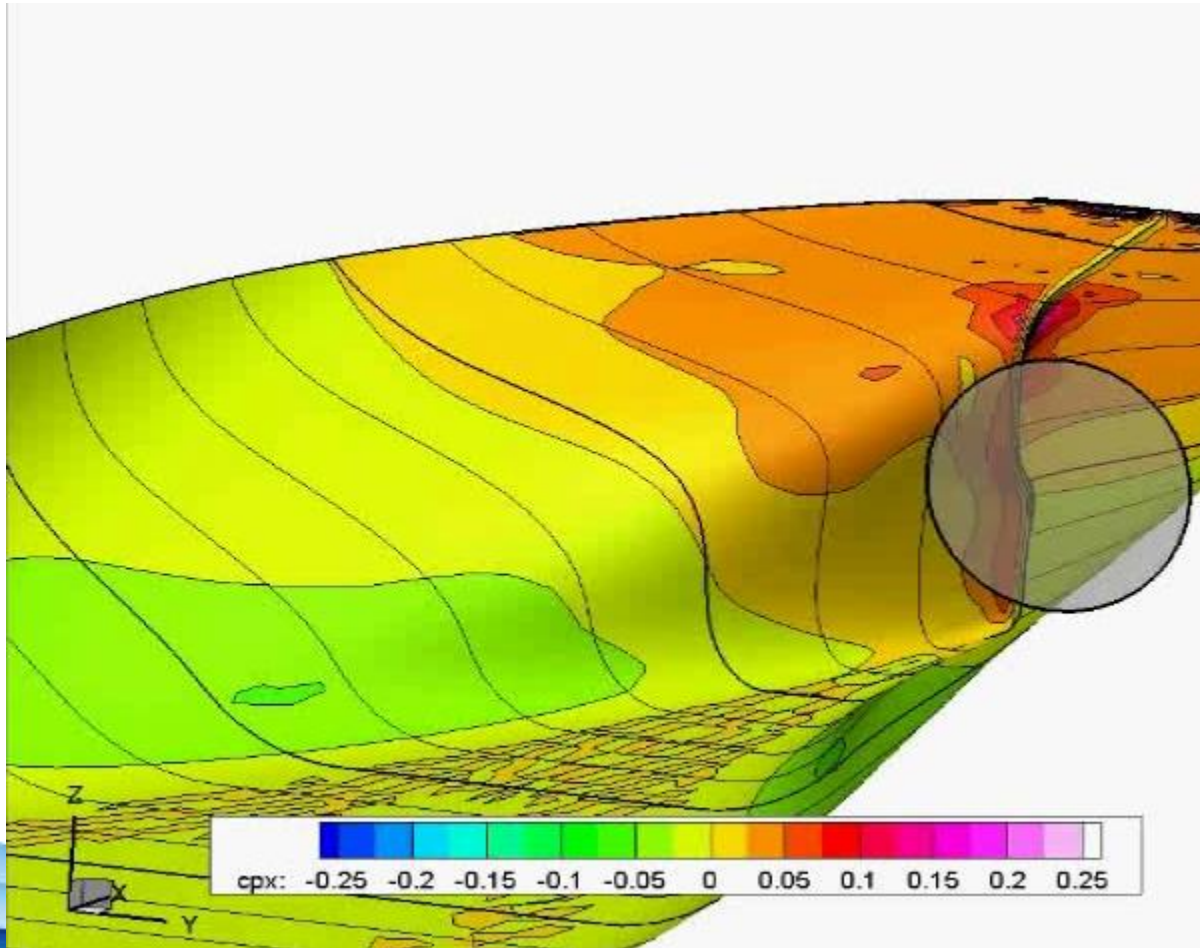




# 抵抗とスラストの分布

model-scale

- 圧力の船長方向成分を可視化
- 抵抗が増加する箇所を特定し船型改良を実施

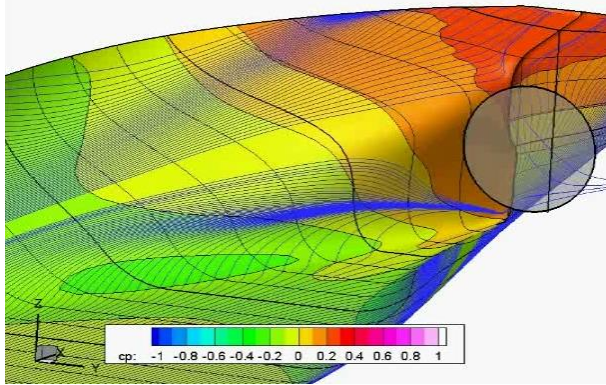




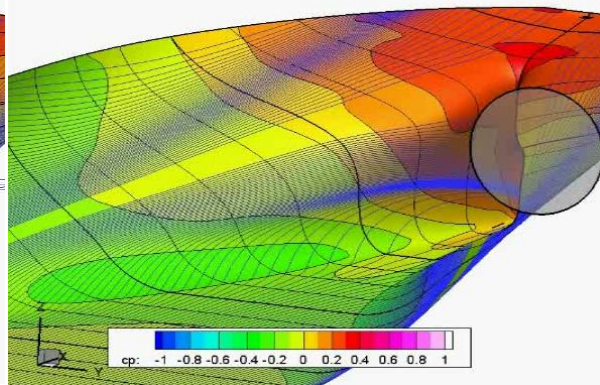
# 実船スケールの圧力場

## 実船スケールとの圧力場の比較

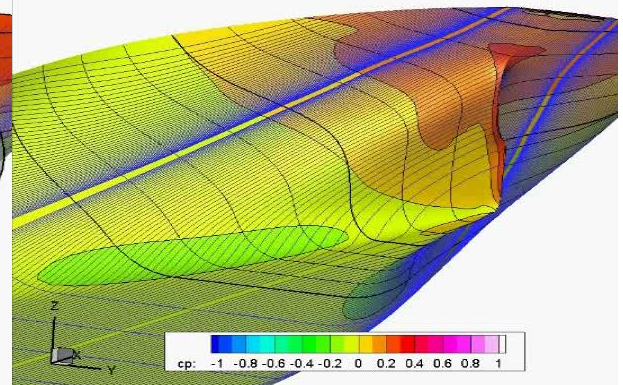
Model-scale



Full-scale



Potential



- 実船スケールの圧力分布はよりポテンシャルの分布に近い。
- 船型によりレイノルズ数による圧力分布の変化が異なる。すなわち船型により形状影響係数の尺度影響が異なる可能性がある。
- 形状影響係数( $1+k$ )のV型からU型への増加は模型スケールで2.9%, 実船スケールで4.3%である。(数値については今後詳細検証が必要)

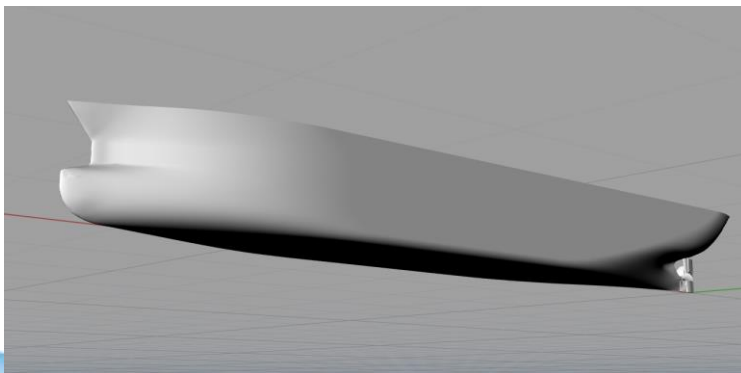
# Phase 3対応 船型の開発

## EEDI Phase3に対応したケミカルタンカーを自主開発

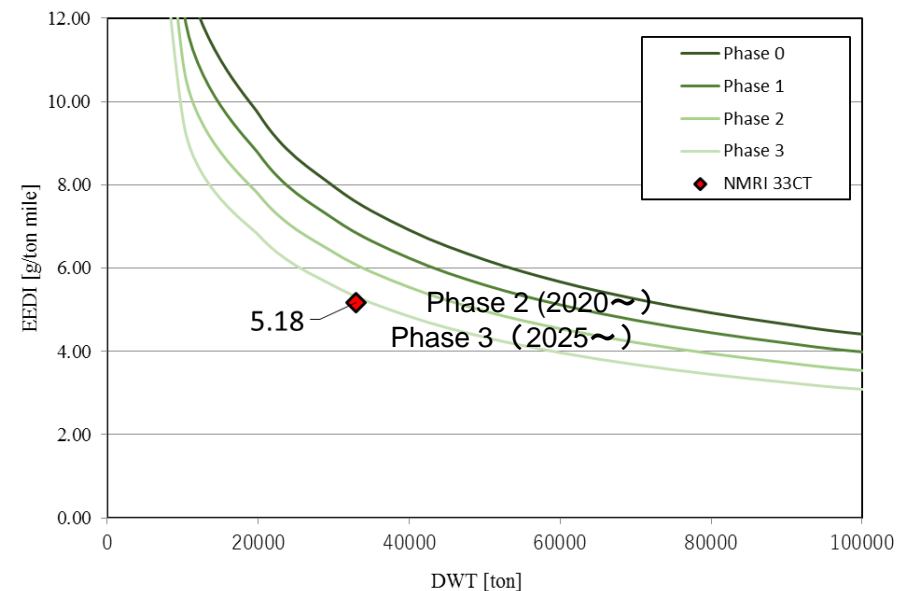
- 船型開発を通して海技研システムの有効性を確認
- 開発船型がPhase 3を超える推進性能があることを水槽試験で確認

### 33,000 DW Chemical Tanker

Lpp	170.5 m
B	27.7 m
D	14.0 m
d_scantling	11.0 m
Cb	0.81



主機:4UEC60LSII(三菱)

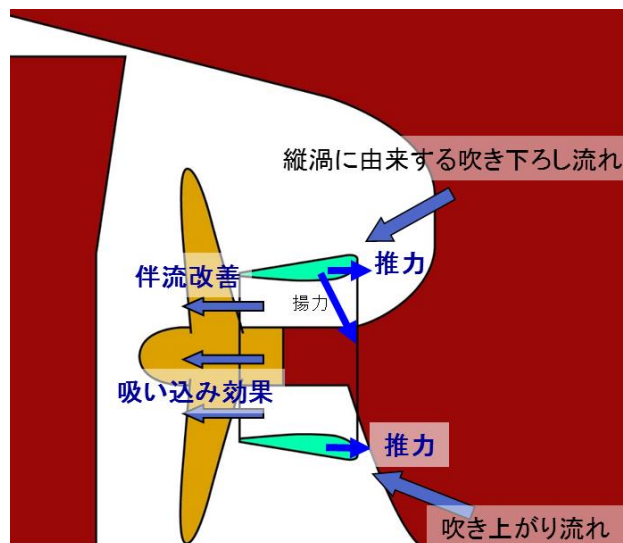


## Weather Adapted Duct

- プロペラの前方に取り付けるダクト型省エネ装置
- プロペラ-ダクト間の干渉効果が高めるため両者を近接配置
- 波浪中船速低下時等のプロペラ高荷重状態で省エネ効果が増大
- キャビテーションの懸念を減少させるため小直径化
- ダクトとプロペラを一体設計することにより性能最適化
- 省エネ効果は、水槽試験で概ね約4～6%（実績値）

### 自航要素の改善幅(実績)

1-t	0 ~ 0.01	増加
1-wt	0.02 ~ 0.04	減少
$\eta_R$	0.01 ~ 0.02	増加





# WAD搭載時のキャビテーション性能

## 船後キャビテーション試験により、WADの有無によるキャビテーションの変化を観察

プロペラ荷重度を、計画満載喫水・常用出力で平水中航行時の1.5倍にしたケース



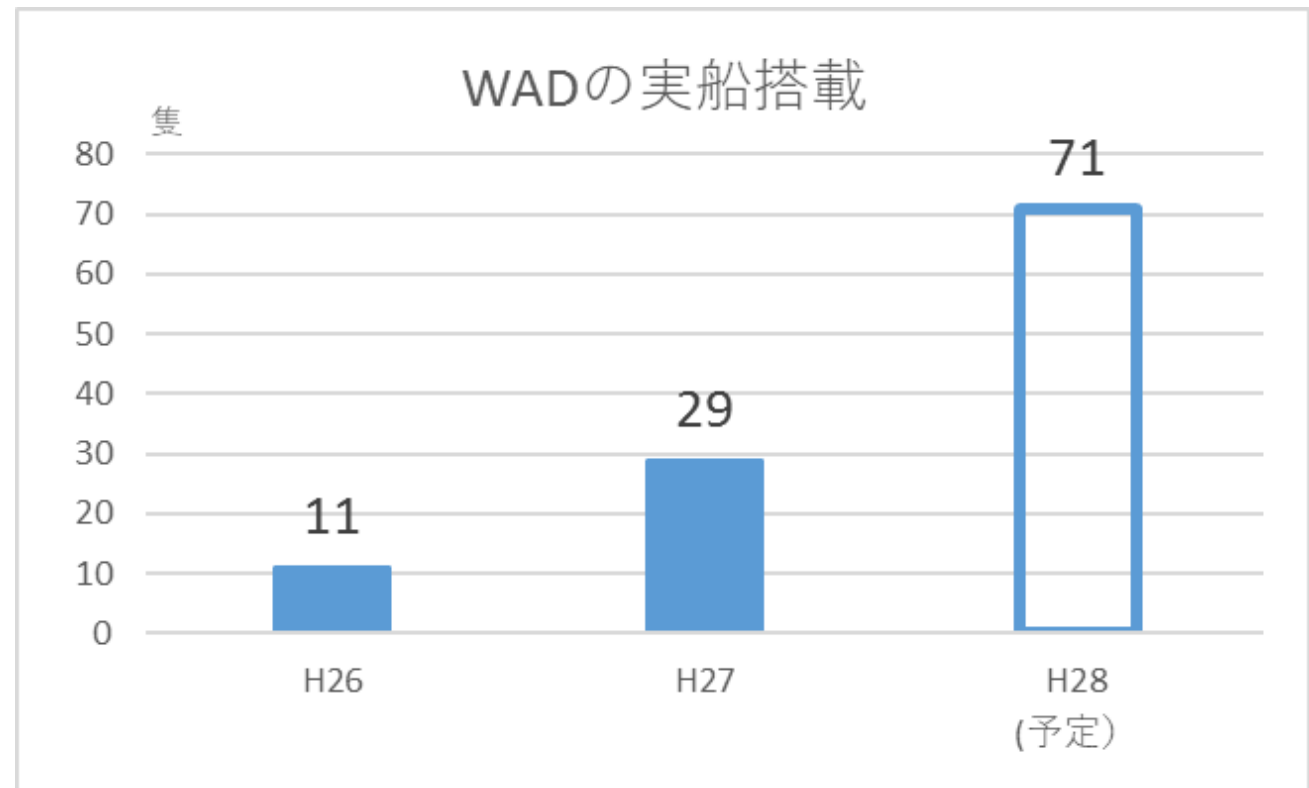
WADに起因した有害なキャビテーションが発生しないことを確認した。  
むしろWADによりキャビテーションが減少するケースも見られた。

# WADの実船搭載 実績

海技研で開発した省エネダクトWADは、複数の造船所に採用され多くの実船搭載実績を積んでいる。



実船に搭載されたWAD



# WAD改良（USTDの開発）

## 省エネダクトWADを改良したUSTDを開発

- WADの省エネ効果の出にくいV型船型への適用拡大を意図
- 船体の誘起する伴流に対して平行部を最適化
- 舵装備されるPost-swirl型ESDとの干渉低減

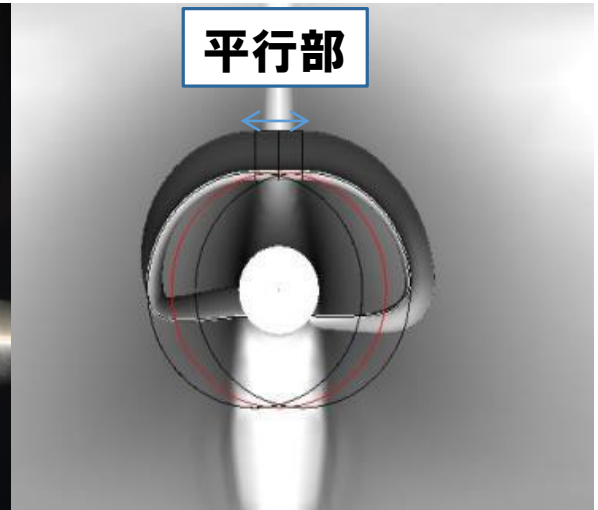


WAD



USTD

(Upper Side Tapered Duct)



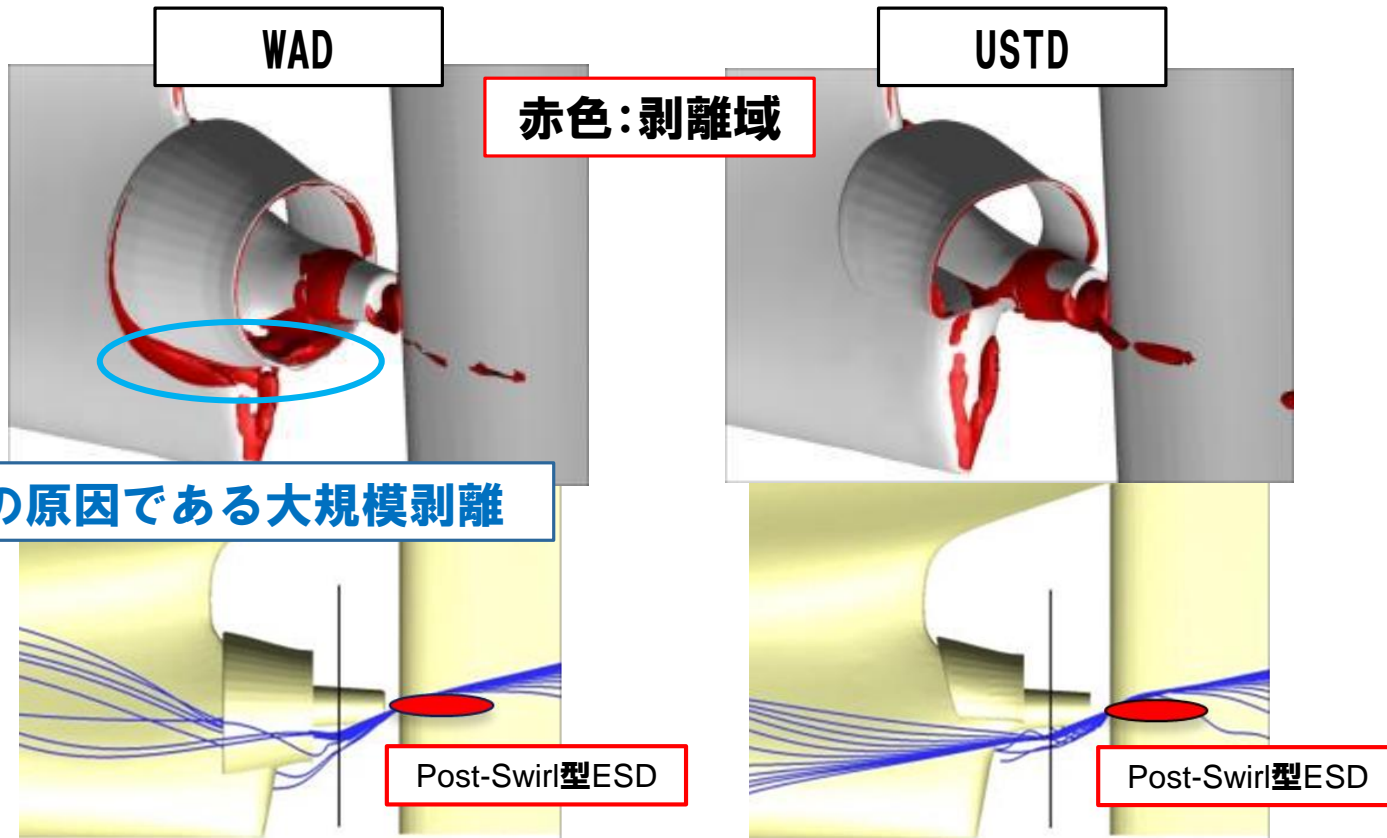


# WAD改良（USTDの開発）

## ダクト下端で起こる剥離を抑制

□ ダクト推力向上

□ Post-swirl型ESDへの流れの改善による干渉低減効果



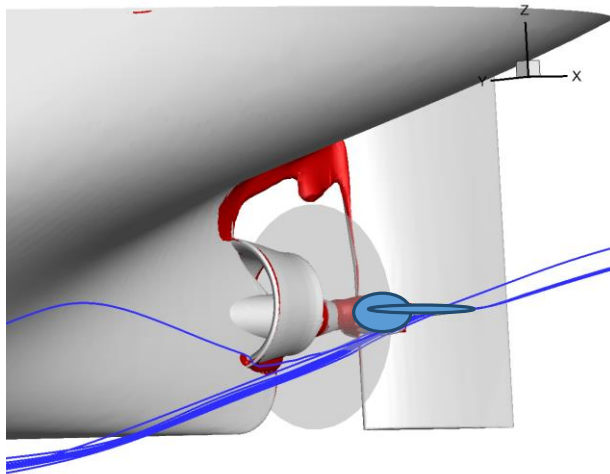
WADと比較しUSTDはPost-swirl型ESD翼部への流れが改善

# WAD改良（USTDの開発）

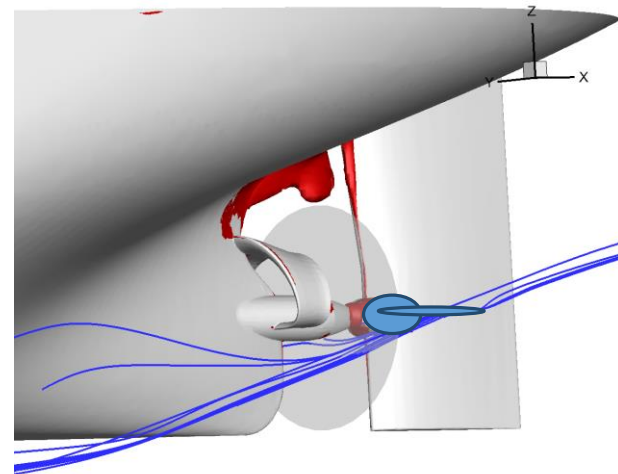
海技研CFDコードによる実用レベル設計手法を開発

- 流場剥離域・流入角等を可視化による最適設計
- 実験修正を含む省エネ率の定量的推定手法の確立
- 民間企業との共同開発に活用し，実績

自航状態の剥離域及びRudder Fin付近流線の可視化



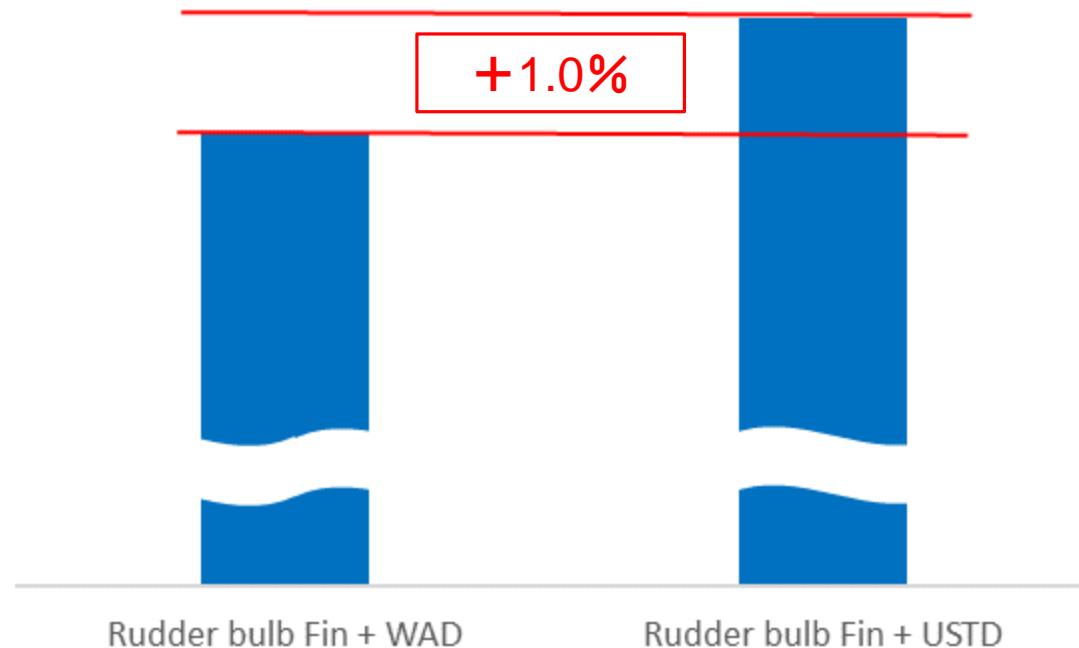
WAD



USTD

# WAD改良（USTDの開発）

バルクキャリアにUSTDを適用し水槽試験で省エネ効果を確認。  
他船型でもWADから約0.5%~1.5%省エネ率向上



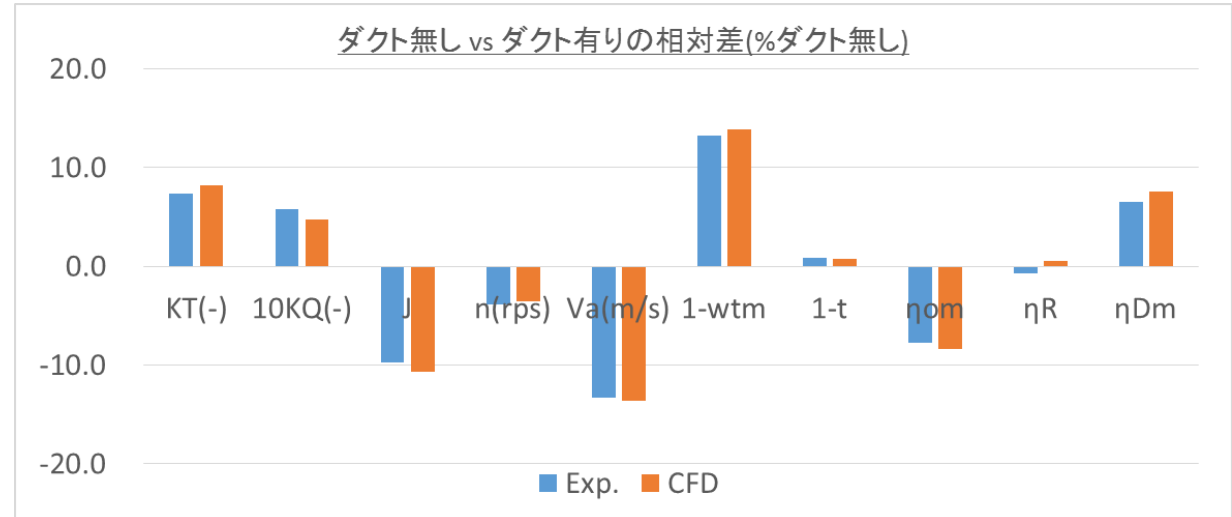
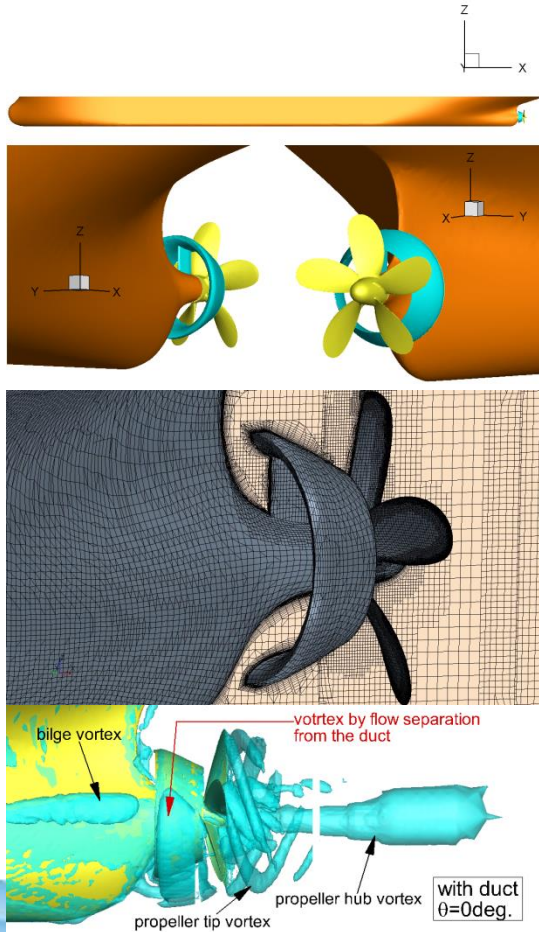
USTDによりWADから+1.0%省エネ率アップ



# 先進的な省エネ付加物周りの評価

## 数値水槽アプローチによる推進性能解析

### □ POT (実形状ペラ) + 抵抗自航 (自由表面 + 実形状ペラ)



- JBC with/without duct (CFDWS Tokyo 2015)
  - 実形状プロペラ+ダクトの解析(重合格子使用)
  - 自航要素の相対差(ダクト有 vs 無)を、水槽試験結果と誤差約1%以内で推定可能な結果を得た。
  - プロペラ翼面上のスラスト分布を可視化
- 付加物が付いた場合のプロペラ設計指針へ。

Sakamoto and Kume (2016, JASNAOE春季)

**我が国造船所のEEDI 対応技術力の強化に資する技術開発を行った。**

- 省エネ付加物WADを実用化し、実船搭載は40隻に達している。**
- WADの省エネ効果の出にくいV型船型への適用拡大を意図したUSTDを開発し、水槽試験によりその改善効果を確認した。**
- EEDI高次規制に対応した船型を自主開発し、開発システムの有効性を確認した。**
- これらの研究成果を活かし、民間からの委託研究を実施した。**

# 省エネ・船型開発の相談先

2016.4～

## 流体設計系

### 流体制御研究グループ

EEDI開発チーム  
(旧)EEDIプロジェクトチーム

### 実海域性能研究グループ

EEDIタンクテストチーム  
(旧)EEDIプロジェクトチーム

研究連携主管

山尾 [yamao-t@mpat.go.jp](mailto:yamao-t@mpat.go.jp)

EEDI開発チーム

川北 [kawakita-c@mpat.go.jp](mailto:kawakita-c@mpat.go.jp)

EEDIタンクテストチーム

久米 [kume@mpat.go.jp](mailto:kume@mpat.go.jp)