

次世代CFDの研究開発状況

A large, dark grey arrow pointing to the right is positioned on the left side of the slide, partially overlapping the decorative lines.

流体性能評価系

平田 信行*, 田原 裕介, 大橋 訓英, 小林 寛, 坂本信晶

海技研の従前のCFDソフトウェア

格子生成ソフト：H-O, O-Oトポロジー

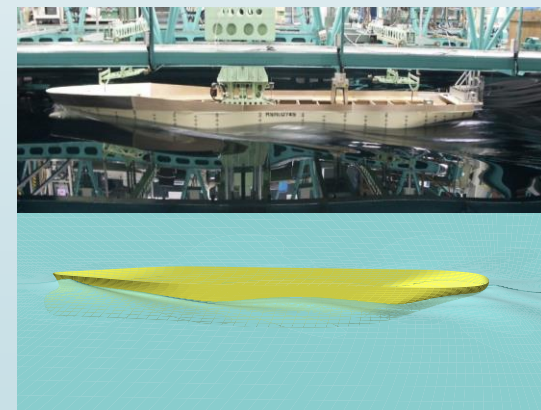
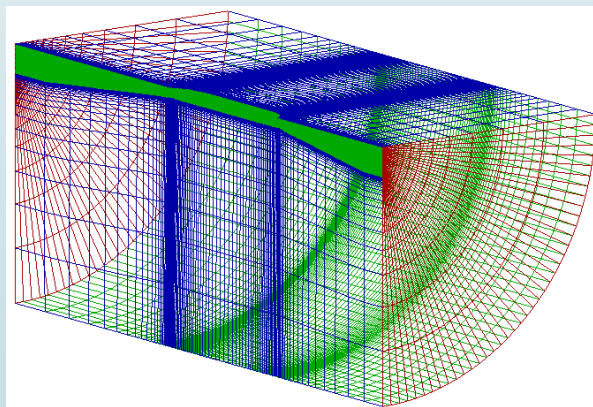
HullDes ver.6.1：構造格子生成ソフト

AutoDes ver.1.1：構造格子生成ソフト+船型変形&最適化

NSソルバー：抵抗、自航、斜航、旋回、姿勢変化の計算機能

NEPTUNE ver.6.41：構造格子によるNSソルバー

SURF ver.6.45：非構造格子によるNSソルバー

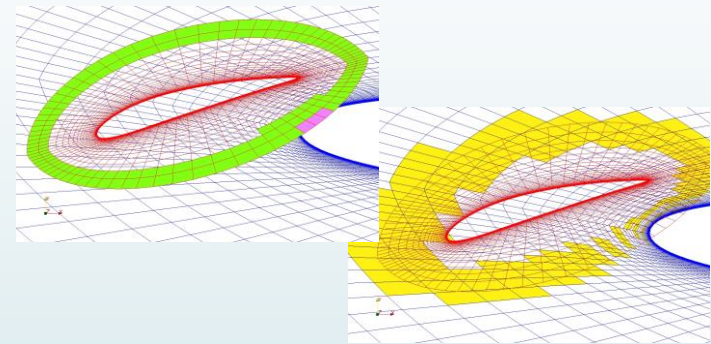


海技研の次世代のCFDソフトウェア

複雑形状物体周り計算に適した重合格子法

重合格子法とは？

互いに重合(オーバーラップ)する複数の格子間で計算領域をカバーする。計算時に物理量等を補間合うことで流場を求める。



海技研が提供している重合格子システム

G-TOOL ver.1 : 初期検討に適したシステム

UP_GRID ver2.1 : 詳細検討に適したシステム

重合格子を用いた構造格子によるNSソルバー

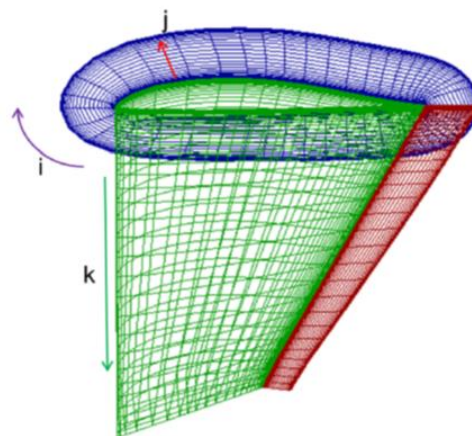
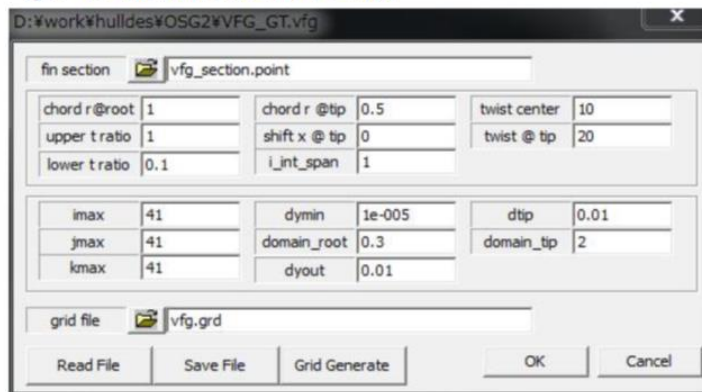
NAGISA ver.3.3 : 抵抗、自航、斜航、旋回、姿勢変化

PMM、フリーラン (Z試験)、波浪中運動の計算機能

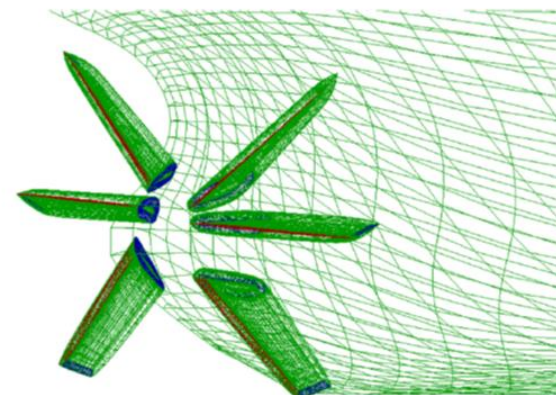
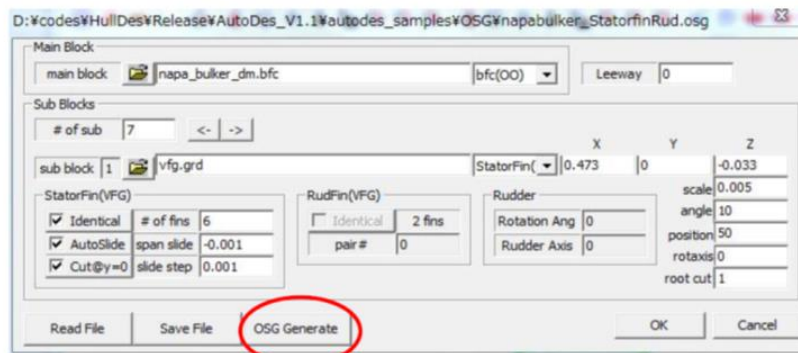
G-TOOL

GTOOLによる重合格子生成(2ステップ)

①フィン形状作成と格子生成

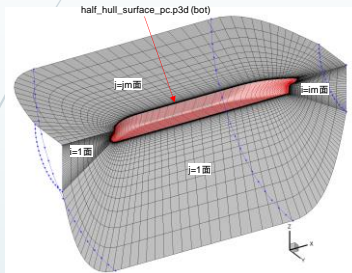


②船体との重合

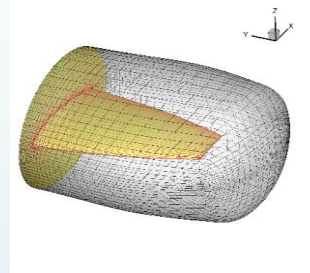


UP_GRID (1/2)

1. 格子の生成 (UP_WING)

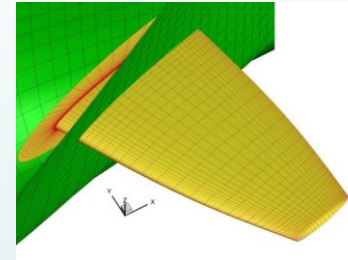


船体周り格子生成

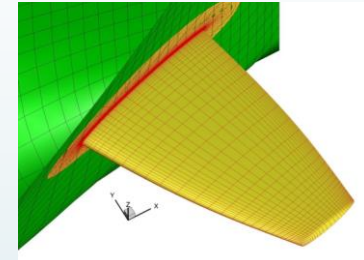


フィン周り格子生成

2. 格子の移動、変形、トリミング等 (UP_MOD)

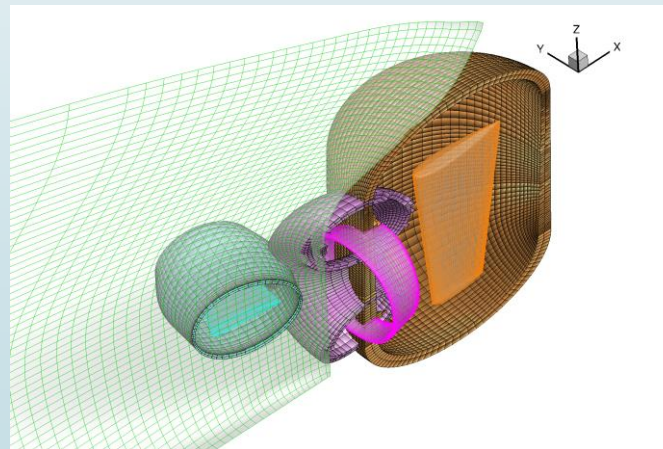


トリミング前



トリミング後

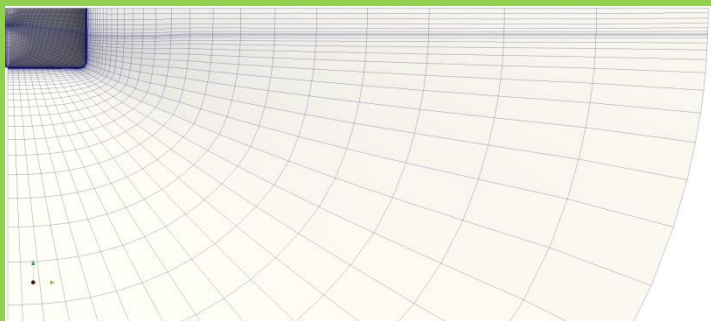
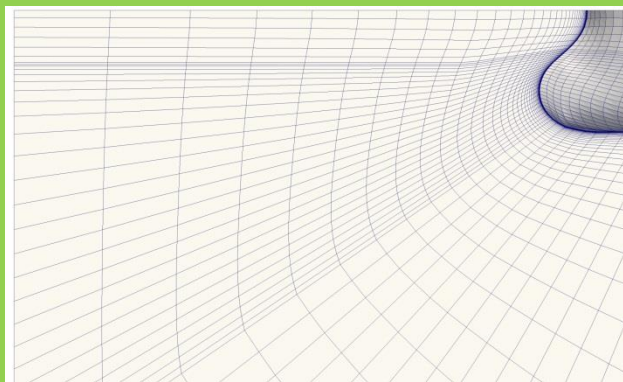
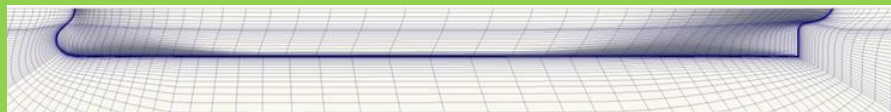
3. 重合情報 (格子間の補間情報) の生成 (UP_OVS)



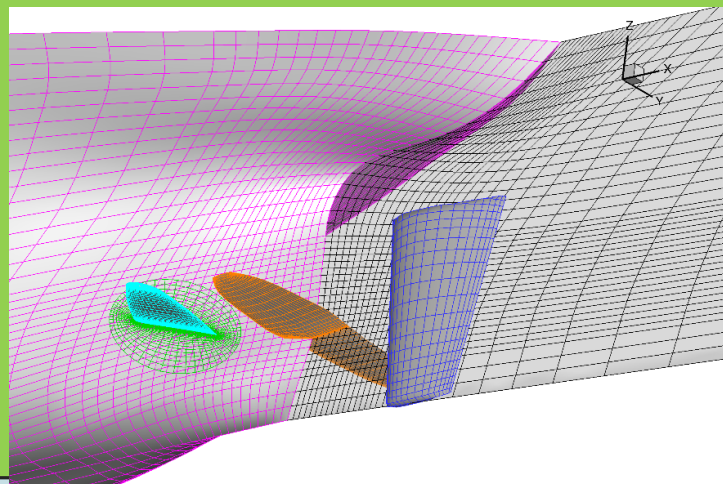
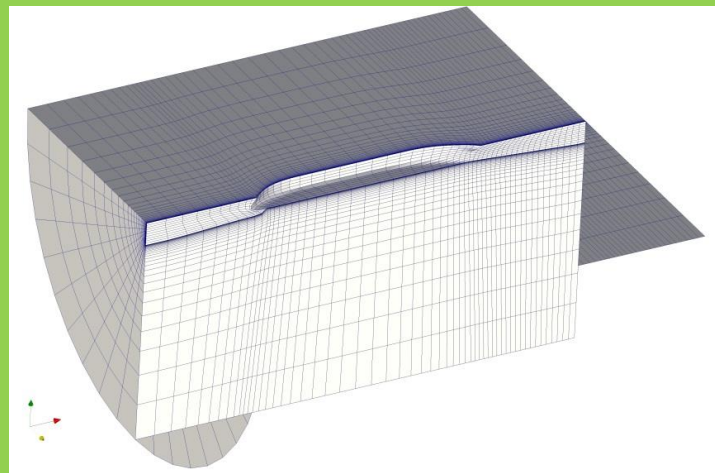
船尾フィン、船尾ダクト、舵周りの格子のReceptor Cells(右舷側)表示例

UP_GRID (2/2)

自由表面クラスタリング機能



H-0トポロジーの船体格子も利用可能に

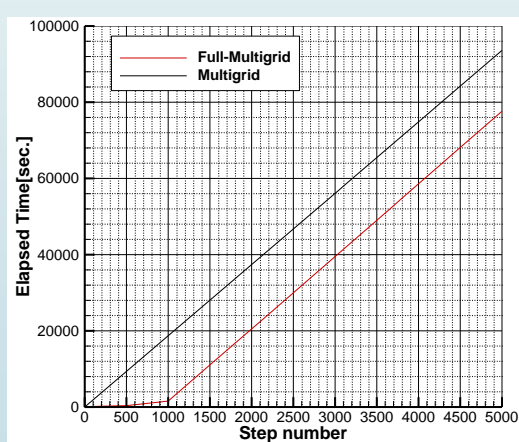
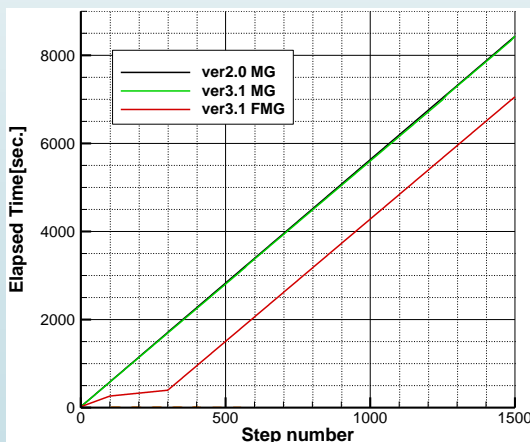
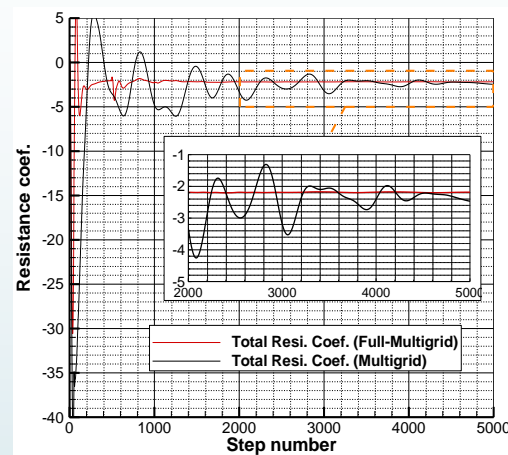
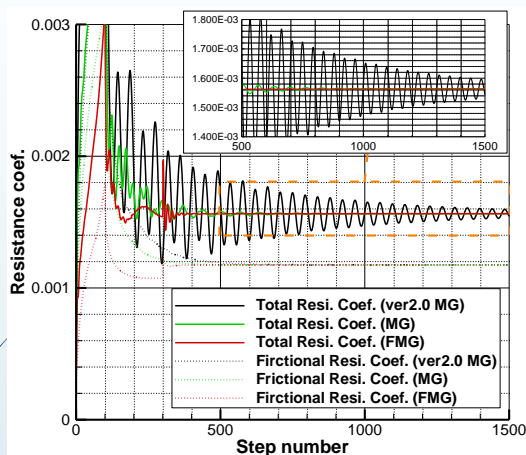


NAGISA

概要

- ・ 基本的なNS解法はNEPTUNEに準拠
 - ・ 擬似圧縮性、有限体積法、Roe法+MUSCL (3次)
 - ・ 乱流モデル：SA, MSA, DES (DDES), $k-\omega$ BSL/SST, EASM (壁関数、DES含)
 - ・ 界面追跡法 (単ブロックのみ) / 捕獲法 (Level-Set)
 - ・ 抵抗、自航 (簡易プロペラモデル他)、斜航/定常旋回、姿勢変化
- ・ 定常/非定常計算 (dual time stepping)
- ・ 静的/動的重合格子による複雑形状計算
- ・ 波浪モデル (規則波) による波浪中、船体運動計算、PMMモード
- ・ 運動モデル (既定の運動、PMM、6自由度運動)
- ・ 格子変形 + 移動格子 / 動的重合格子法による運動計算も可能
- ・ フルマルチグリッドの重合格子への適用

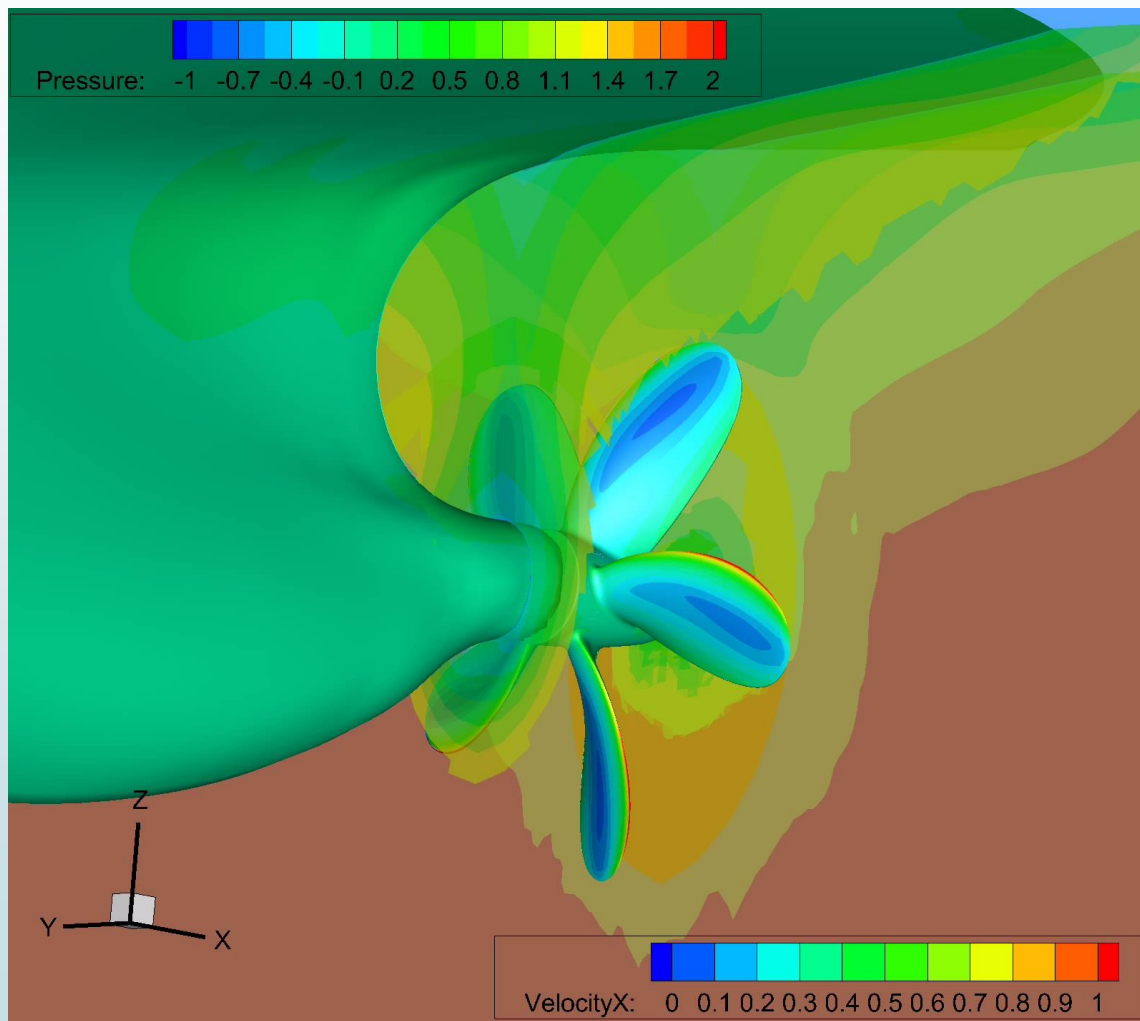
フルマルチグリッドの適用



定常計算 付加物付き重合格子
セル数約300万点

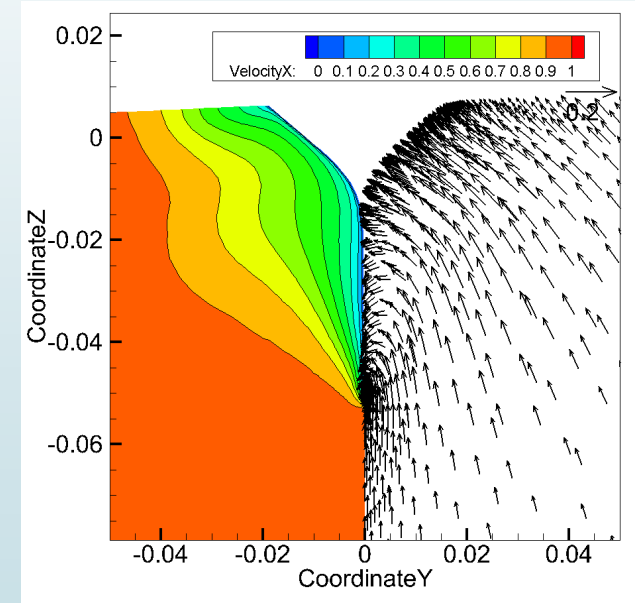
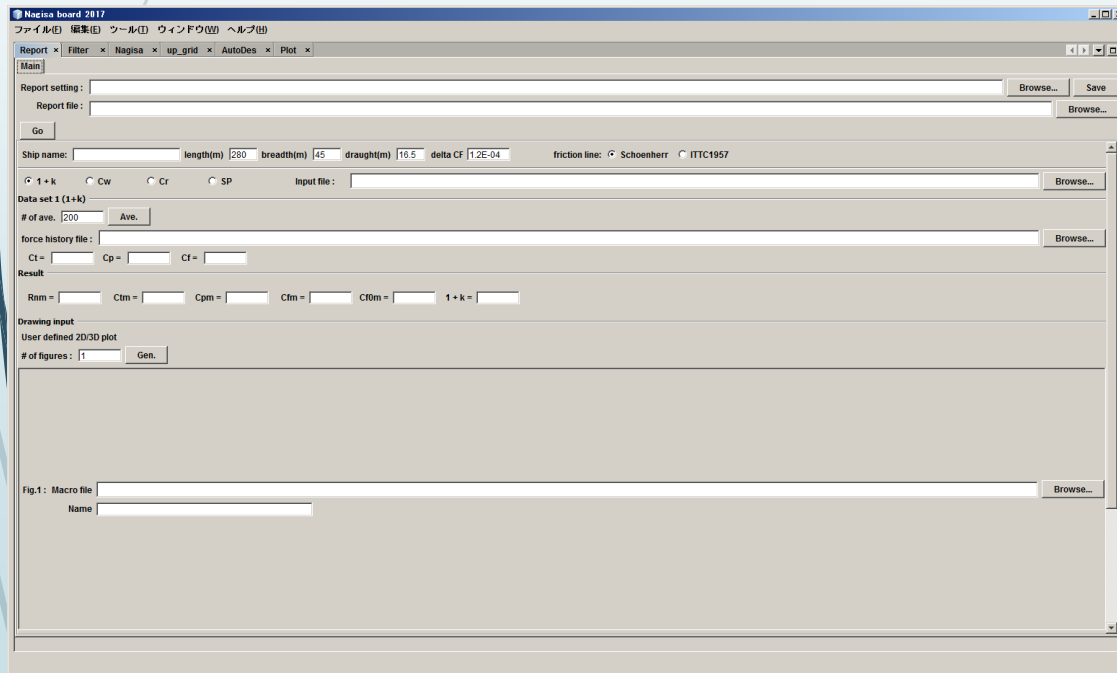
非定常計算 単独プロペラ
セル数約210万点

抵抗・推進性能 船後の実プロペラ計算



計算レポート作成機能(nagisaboard)

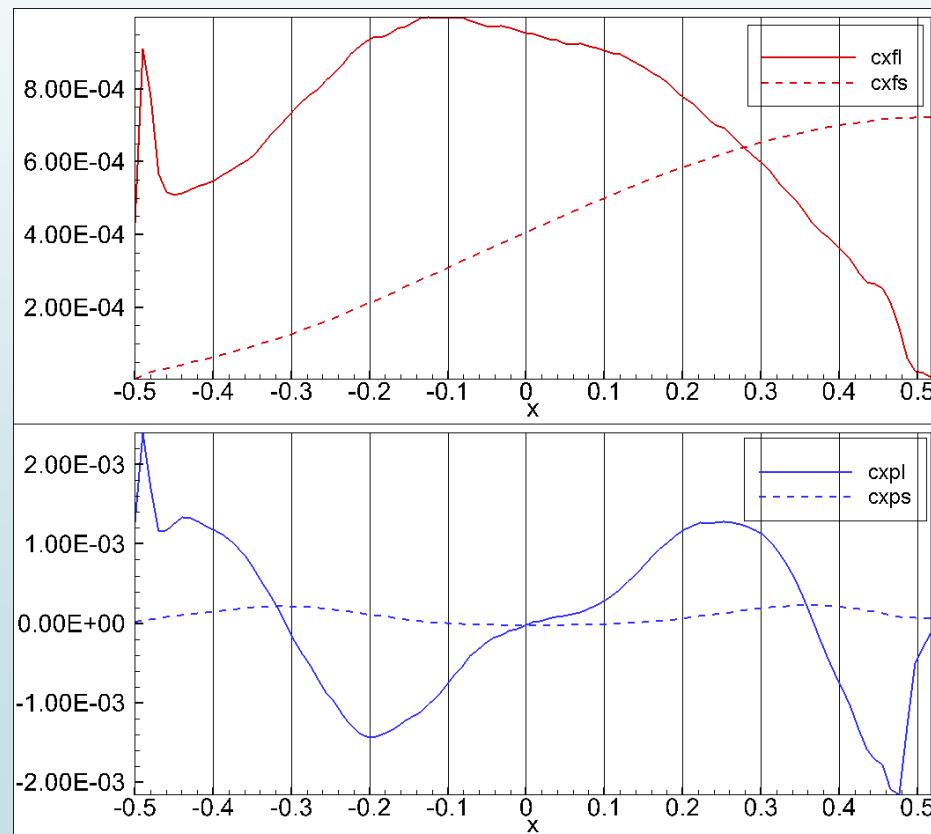
- ・ 形状影響係数の推定、有効出力の推定、自航計算結果のまとめ
- ・ 作図用標準マクロファイルを使った定型の図の出力 (Tecplot/Paraview)
(船型、船体表面圧力分布、伴流分布、船側波形、波紋、抵抗分布他)



計算レポート作成機能(nagisaboard)

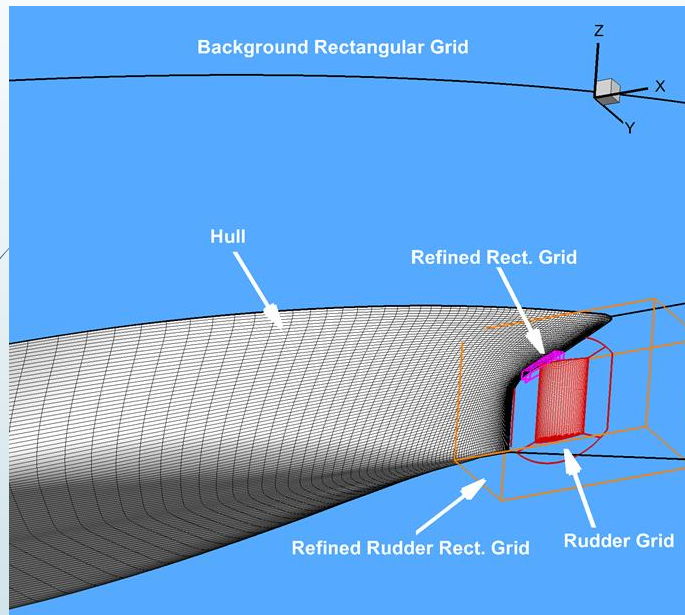
抵抗係数の長手方向分布

$$C_{xfs} = \int_{fore\ end}^x C_{xfl} dx, C_{xps} = \int_{fore\ end}^x C_{xpl} dx$$



操縦性能

Z操舵シミュレーション(1/2)

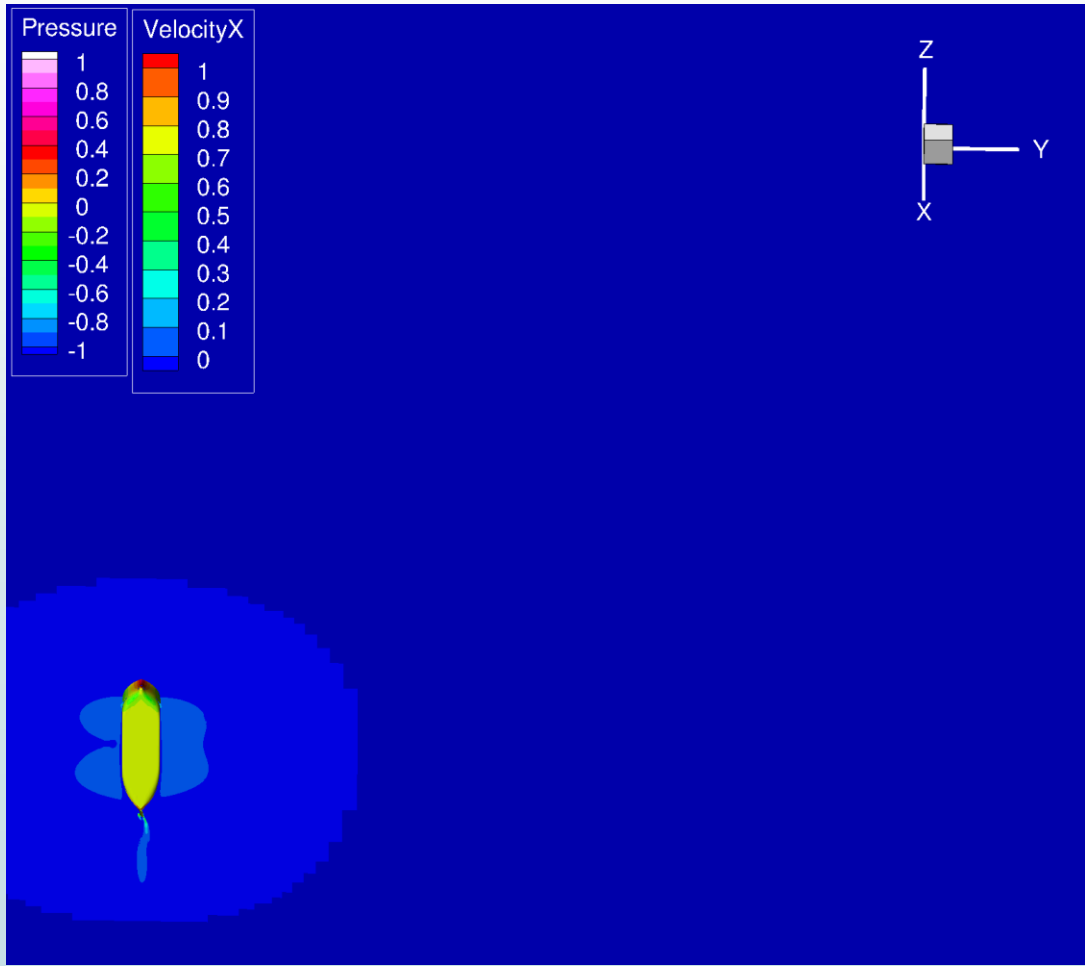


- タンカー船型(ESSO OSAKA)
- 3m模型相当
- 乱流モデル k- ω SSTモデル
- プロペラモデル 簡易プロペラモデル
- 10度-10度 Z操舵シミュレーション
- 無次元時間刻み 0.01
- 移動格子法
- 動的重合格子手法(UP_GRID)

Grid	IM x JM x KM
Refined Rect.	97 x 105 x 25
Rudder	69 x 89 x 65
Refined Rudder Rect.	45 x 33 x 45
Hull	193 x 129 x 45
Background Rect.	125 x 97 x 41

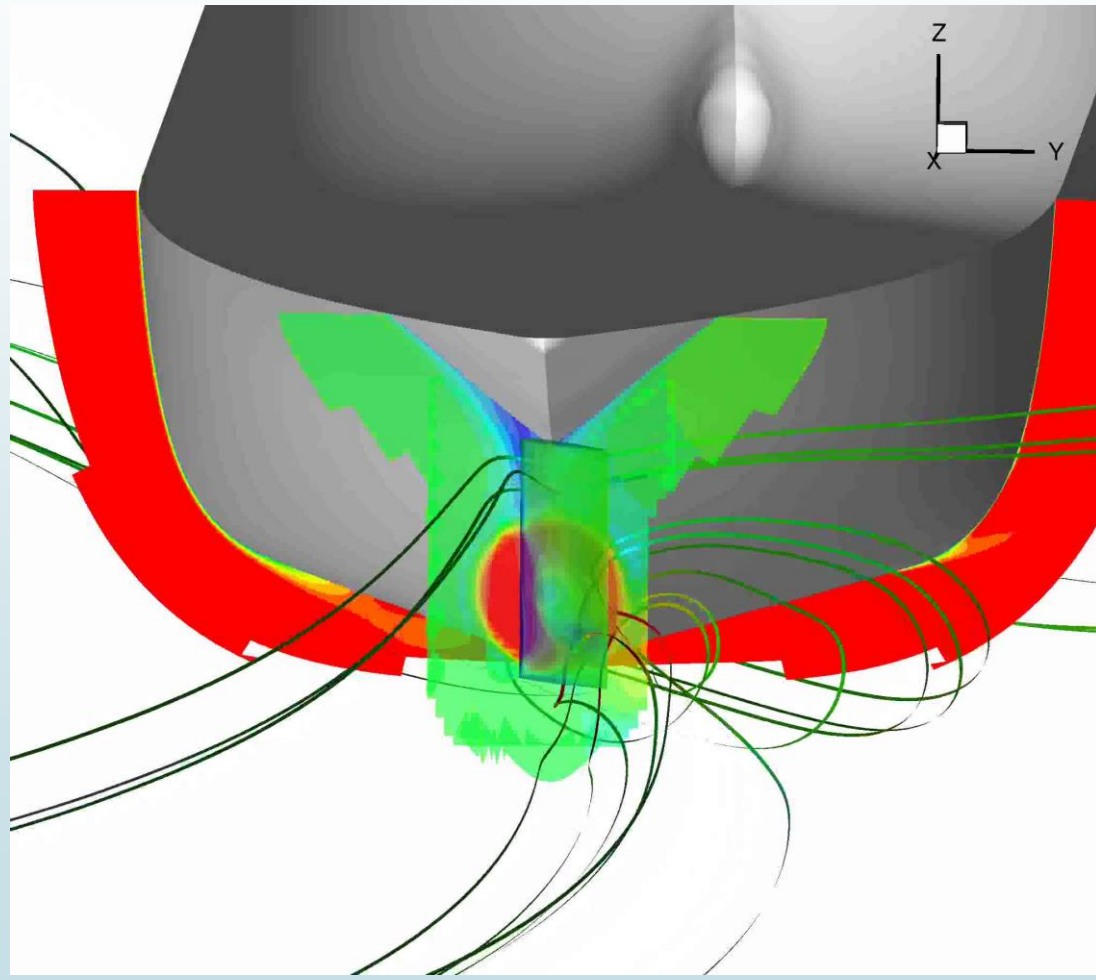
操縦性能

35度操舵旋回(1/3)



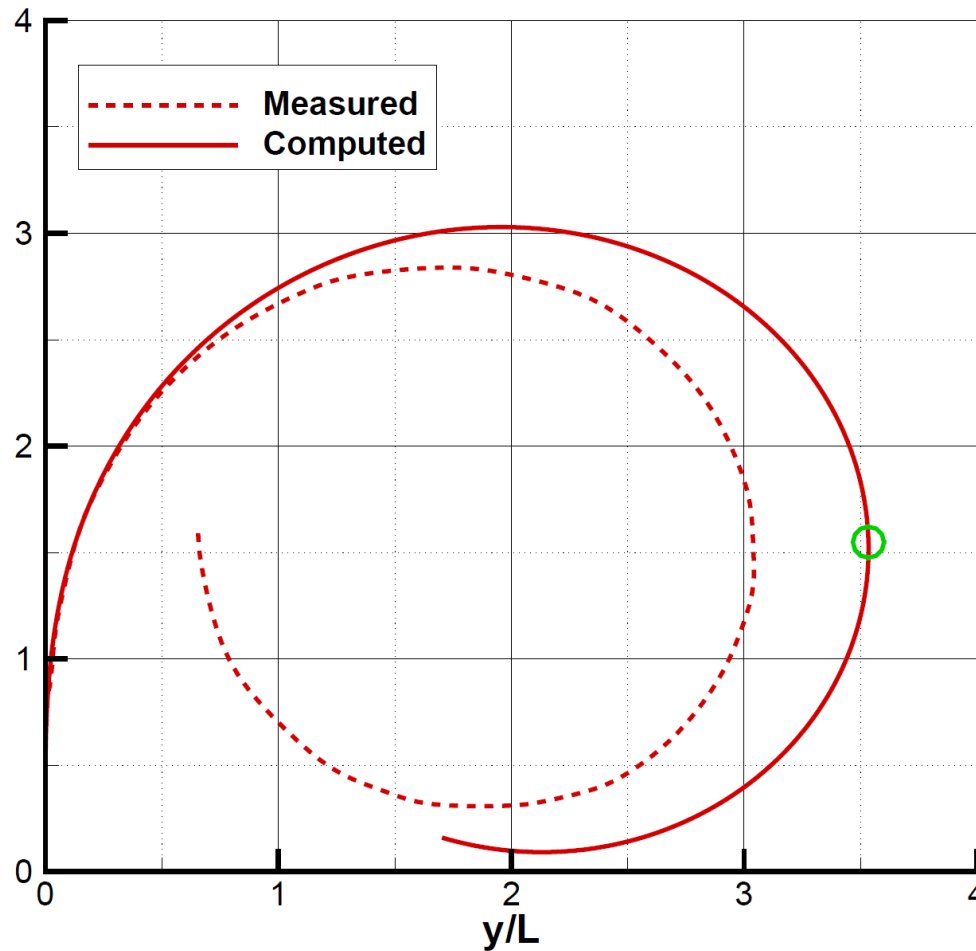
操縦性能

35度操舵旋回(2/3)



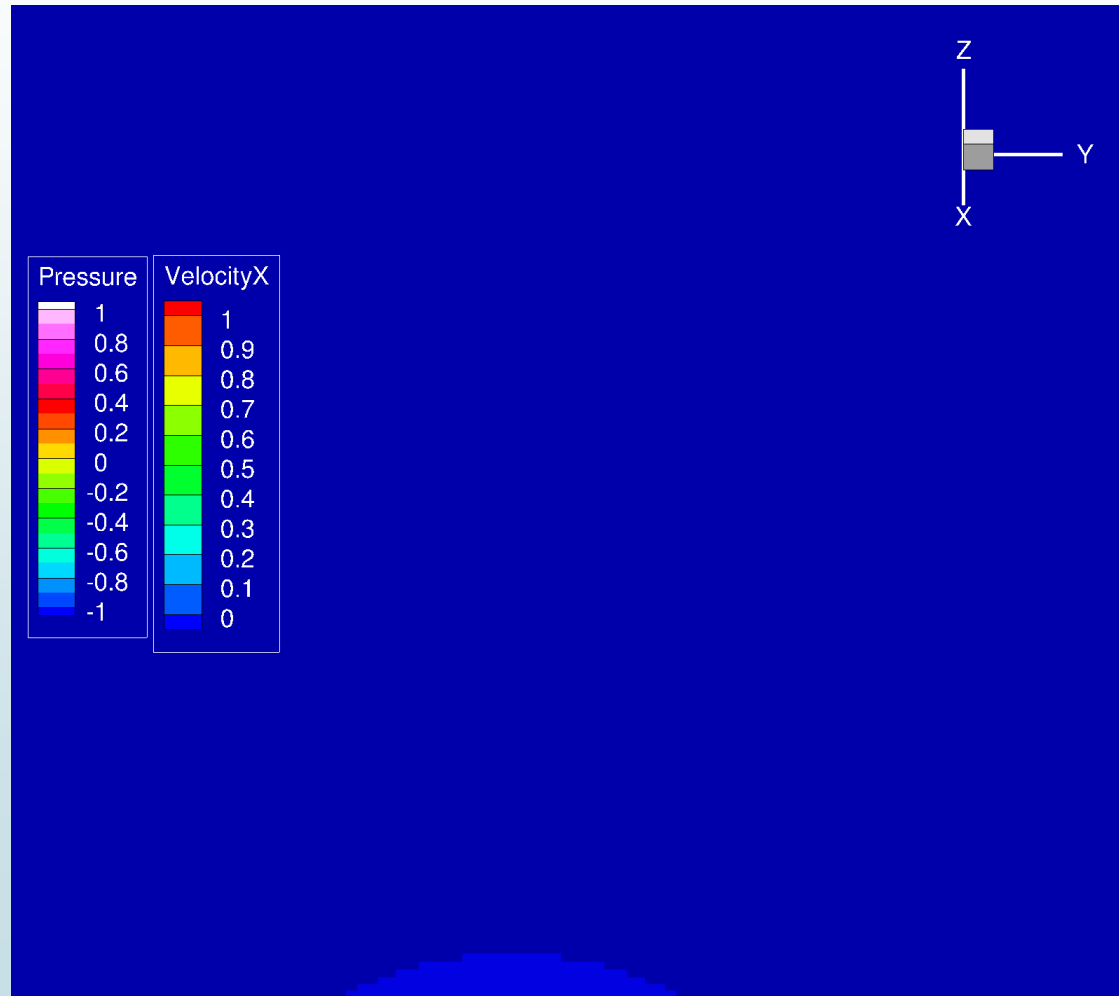
操縦性能

35度操舵旋回(3/3)



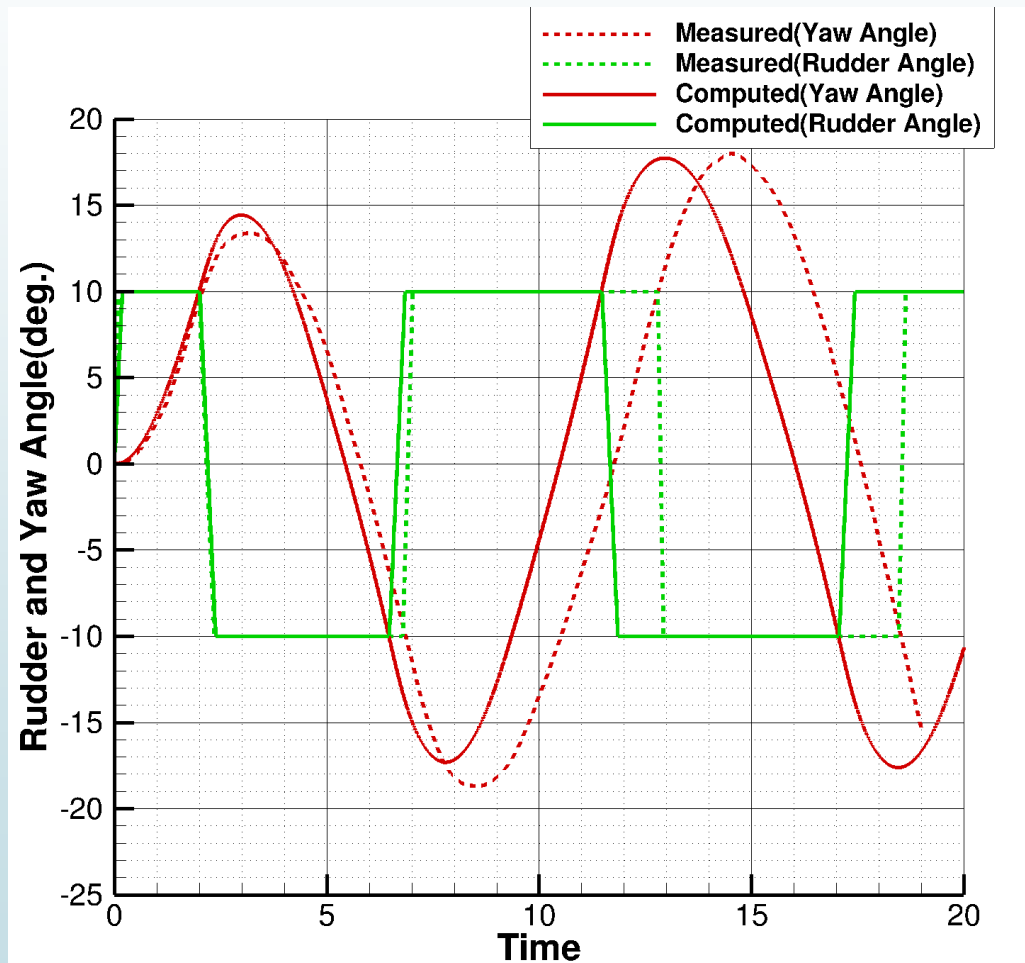
操縦性能

10度Z操舵シミュレーション(1/2)



操縦性能

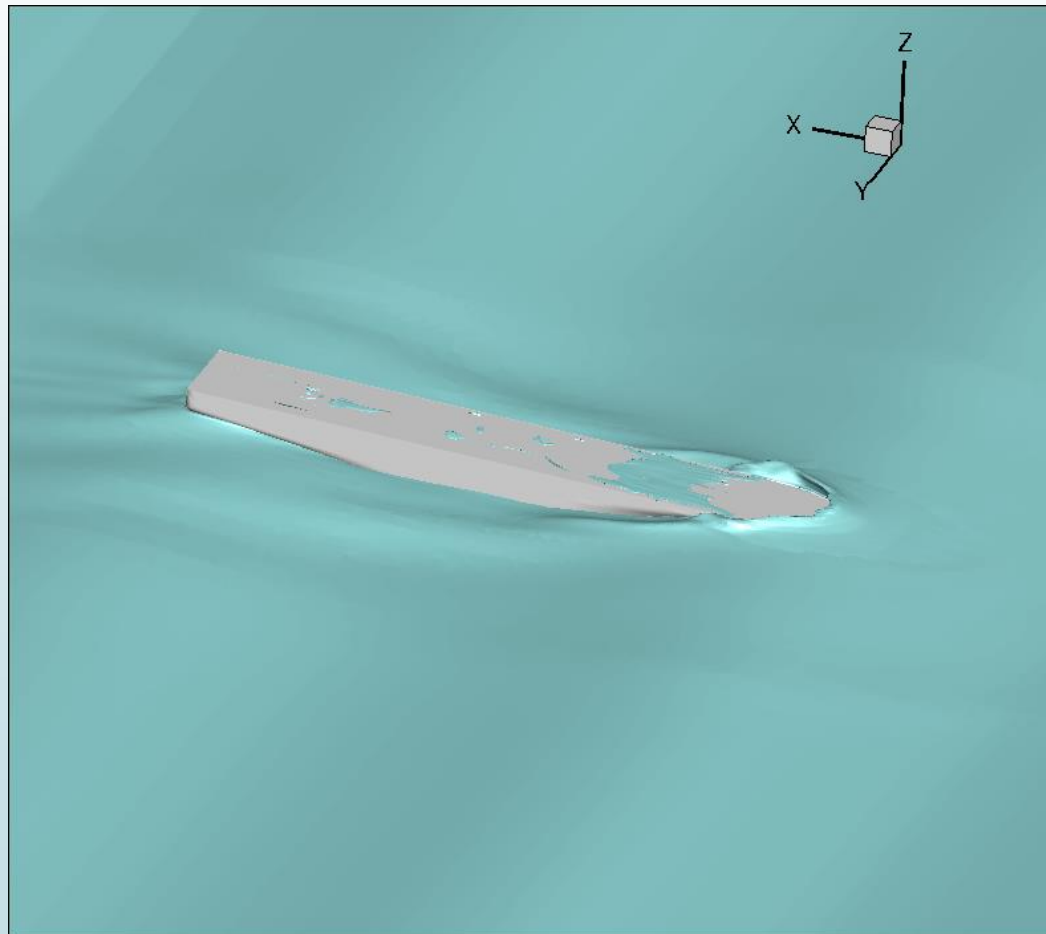
10度Z操舵シミュレーション(2/2)



耐航性能

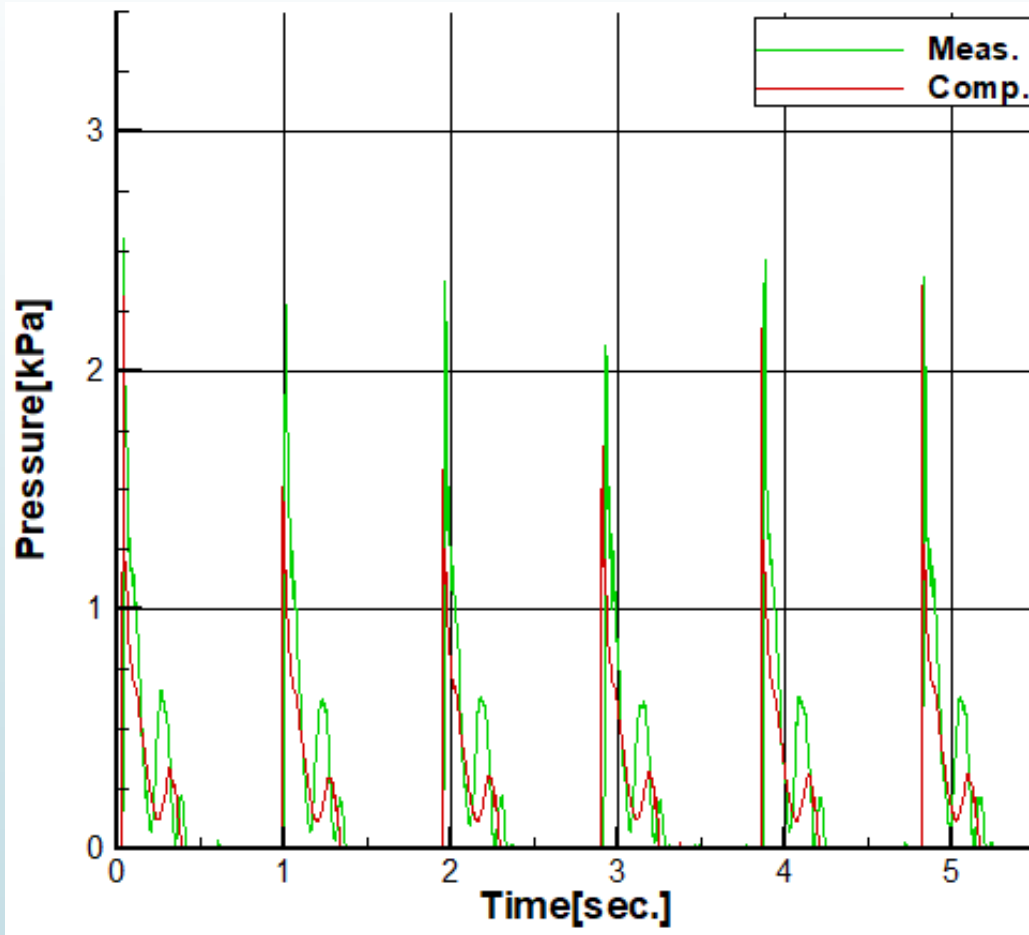
向波大波高中でのシミュレーション(1/2)

$Rn=25.57mil.$, $Fn=0.179$, $Hw/L=0.038$, $\lambda/L=1.0$



耐航性能

向波大波高中でのシミュレーション(2/2)



結言

- 今回紹介した次世代CFDコードを、従前のコードとともに昨年度より正式にリリースした。
 - ・次世代CFDコード (G-TOOL, UP_GRID, NAGISA)
 - ・従前のCFDコード (HullDes, AutoDes, NEPTUNE, SURF)
- 今後、以下の研究を進め、船用CFD技術の高度化を図る。
 - ・平水中・波浪中のフリーラン、実船スケール対応
 - ・キャビテーション計算手法の開発
 - ・風圧抵抗評価手法の確立 (ガイドラインの策定)
 - ・船体や省エネデバイスの形状最適化システムの構築
 - ・荒天下における大振幅動揺計算手法の開発