

The 1<sup>st</sup> R-CCS

## International Symposium

K and Post-K: Simulation, Big Data and AI supporting Society 5.0

# VALIDATION OF ALTERNATIVE TECHNOLOGY BY DIRECT TURBULENCE SIMULATION FOR TOWING TANK EXPERIMENT

Dr. Tatsuo Nishikawa,

Shipbuilding Research Centre of Japan,

February 17, 2019, Kobe International Conference Center

# TOWING TANK TEST





# FRAMEWORK

2011 Development

K and Post-K Project Priority Issue 8

University of Tokyo  
Prof. C. Kato

Mizuho Information and Research Institute  
Mr. Yamamde

Shipbuilding Research Centre

Dr. Nishikawa

Imabari Shipbuilding

Onomichi Dockyard

Oshima Shipbuilding

Shin Kurushima Dockyard

Sanoyasu Shipbuilding

Naikai Zosen

Namura Shipbuilding

Tshuneishi Shipbuilding

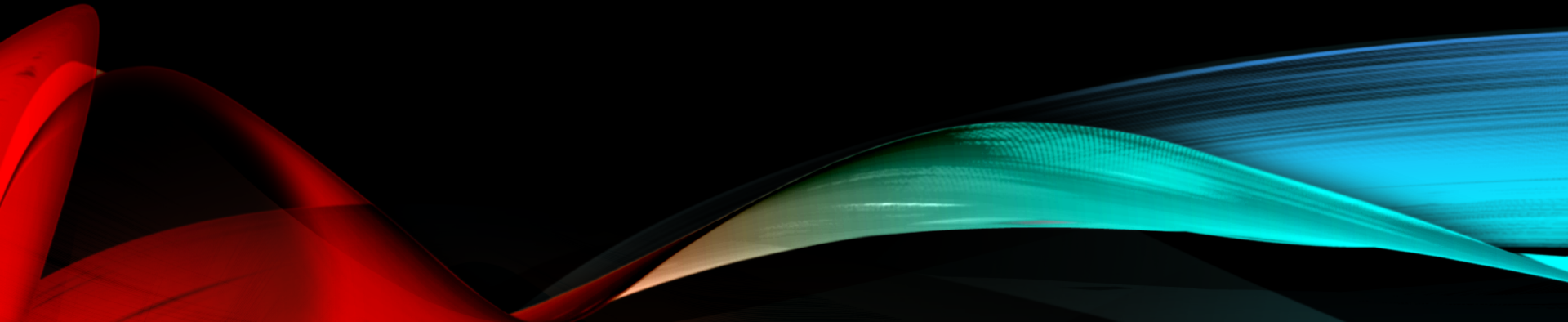
8 major domestic  
shipyards

2013 Validation

K Industrial Use

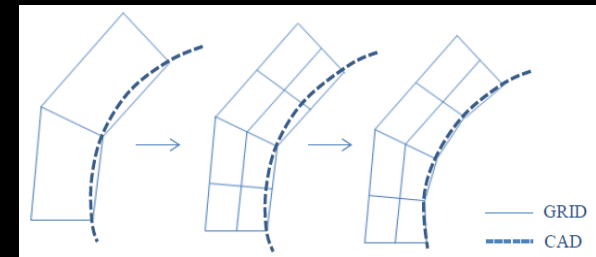
# K AND POST-K PROJECT PRIORITY ISSUE 8

Development 2011-2018



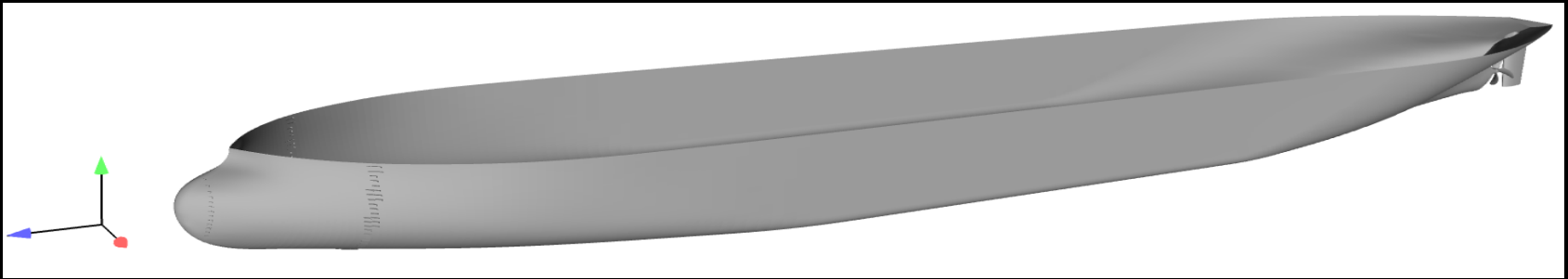
# COMPUTATIONAL METHOD

- FrontFlow/blue (FFB)
  - Incompressible, LES, finite element method, fractional step, BCGStab
  - Dynamic overset, VOF, ALE, 6DOF, etc.
- Large-scale industrial LES
  - Grid generation
    - Refine in the solver
    - CAD data is referred
  - Massively-parallel computation
    - Use double and single precision as the situation demands
    - Low Byte/Flops algorithm using bit operation (low memory transfer)

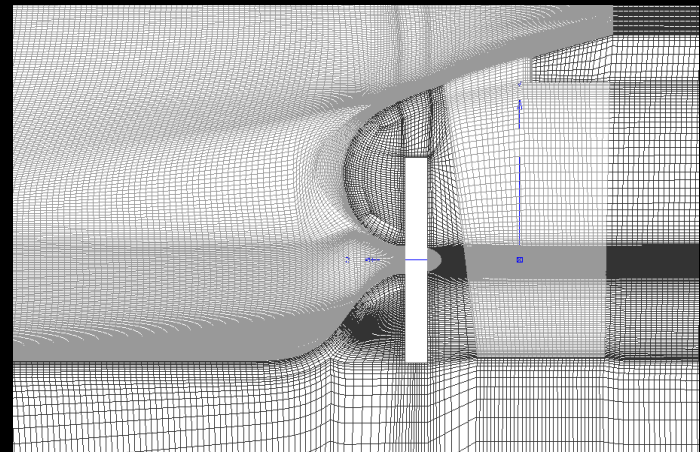
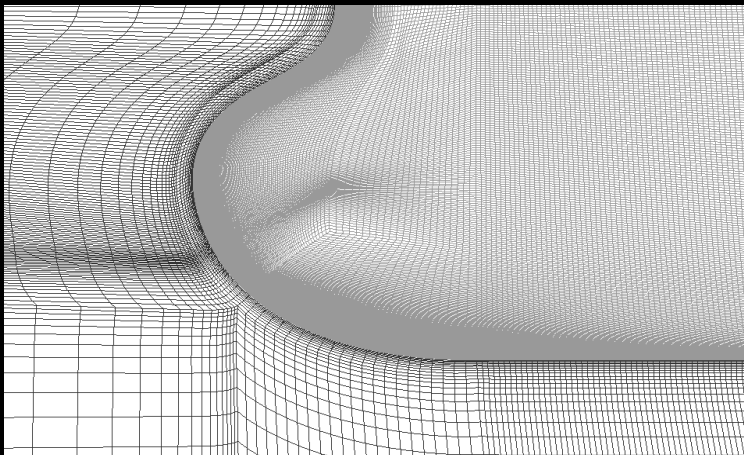




# MODEL(KVLC2)

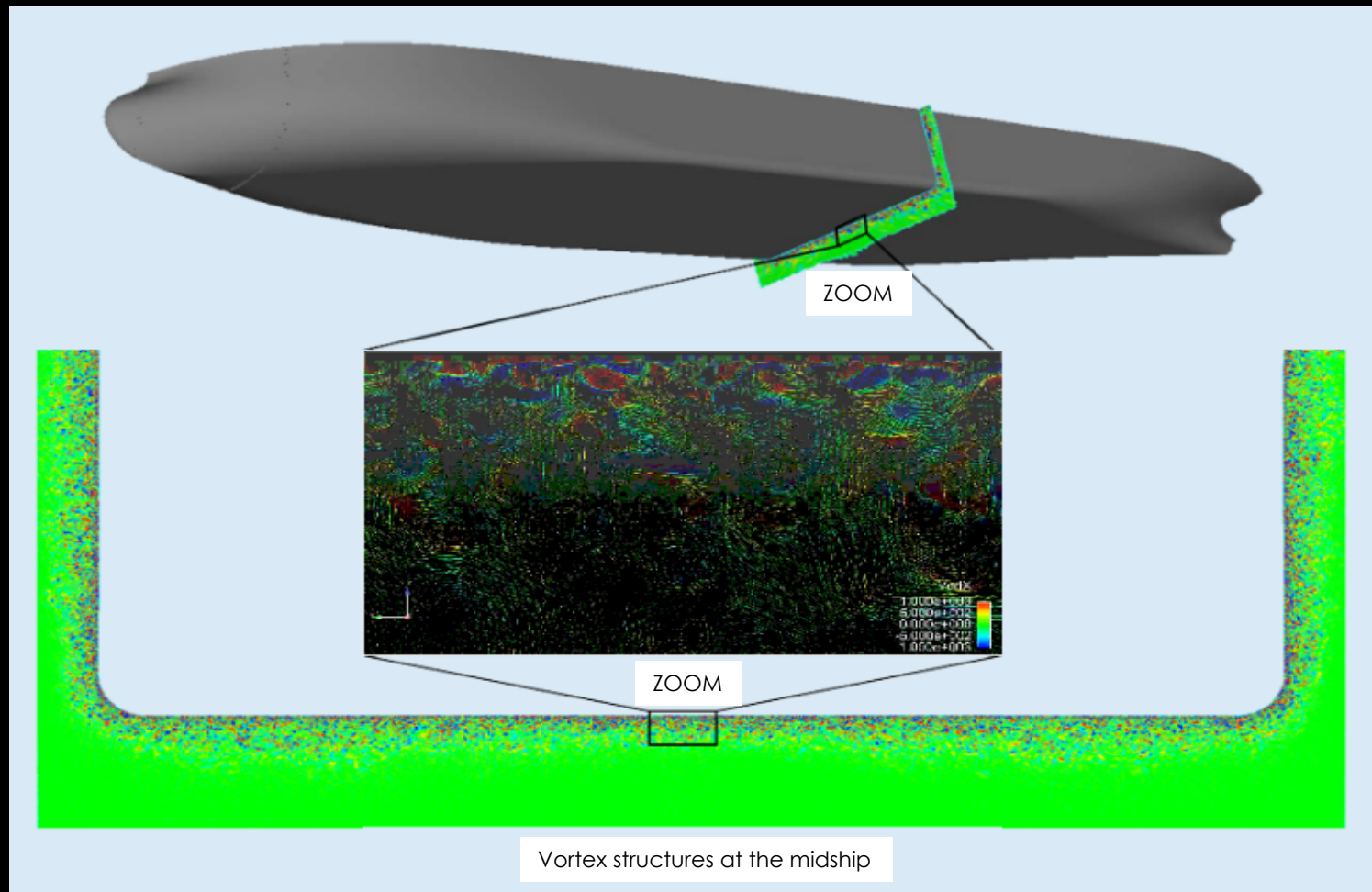


L	B	T	S	CB	Vm	Dp	rps
5.5172 m	1.0 m	0.3586 m	8.0838 m <sup>2</sup>	0.8098	1.047 m/s	0.17m	0.17m



Initial mesh( 67 million cells for hull, 20 million cells for propeller)

# VORTEX DISTRIBUTION AT THE MIDSHIP

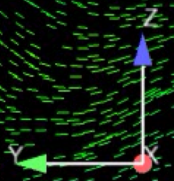
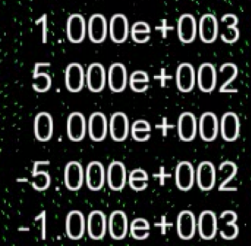




$y^+=30(Z=-1.72E-4)$

$y^+=300(Z=-1.72E-3)$

VortX

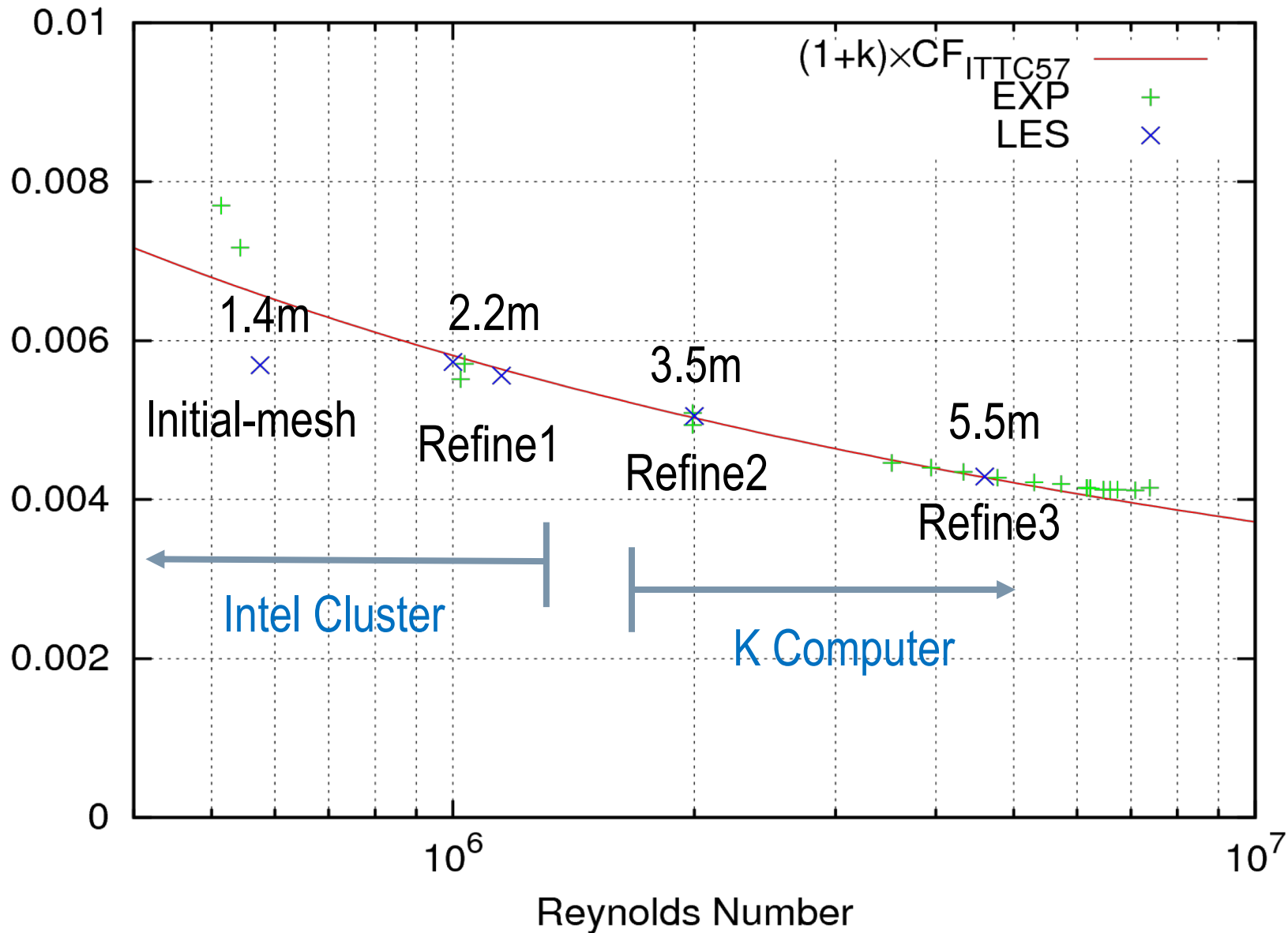


$y^+=1000(Z=-5.73E-3)$

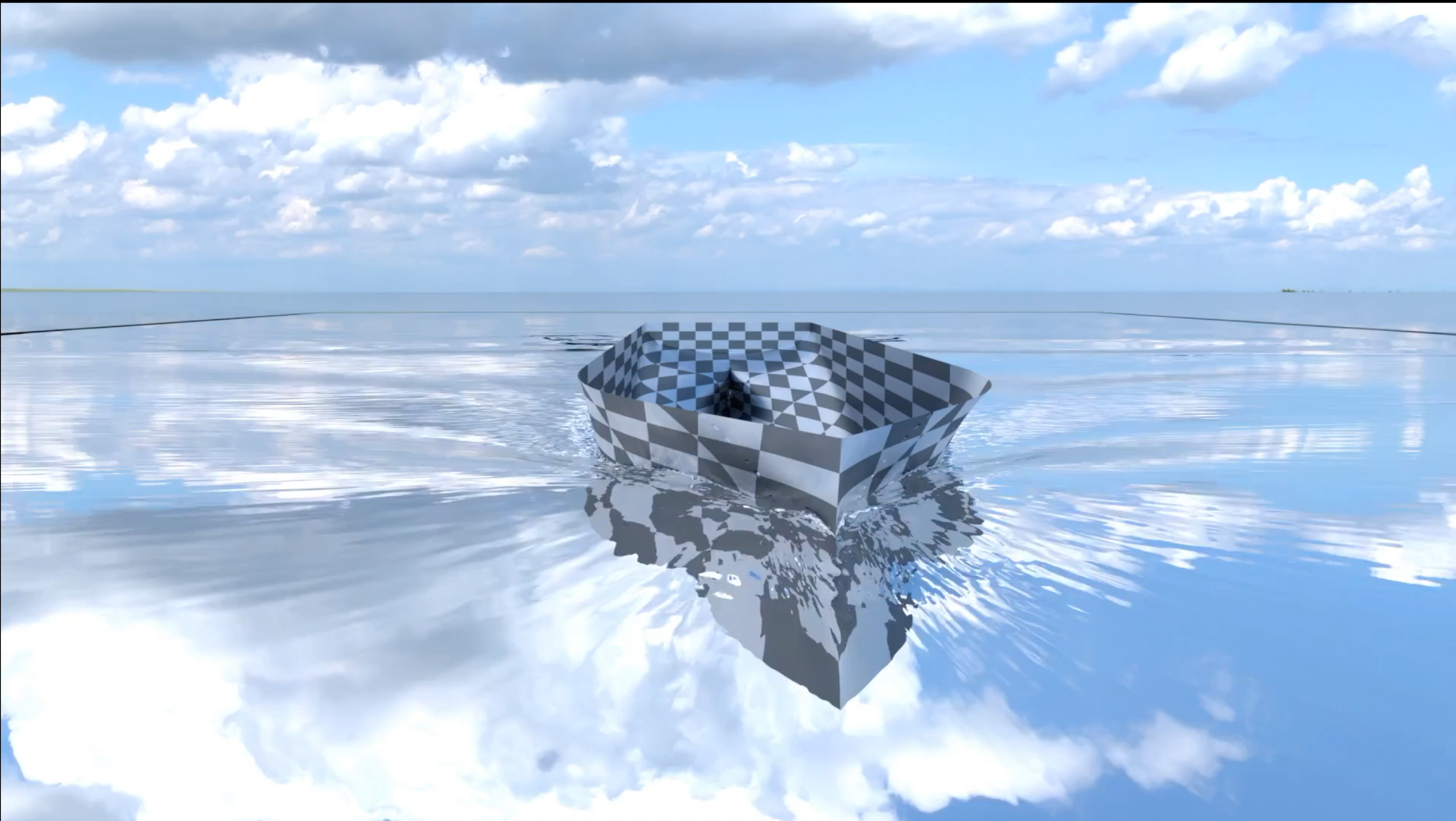


# TOTAL RESISTANCE

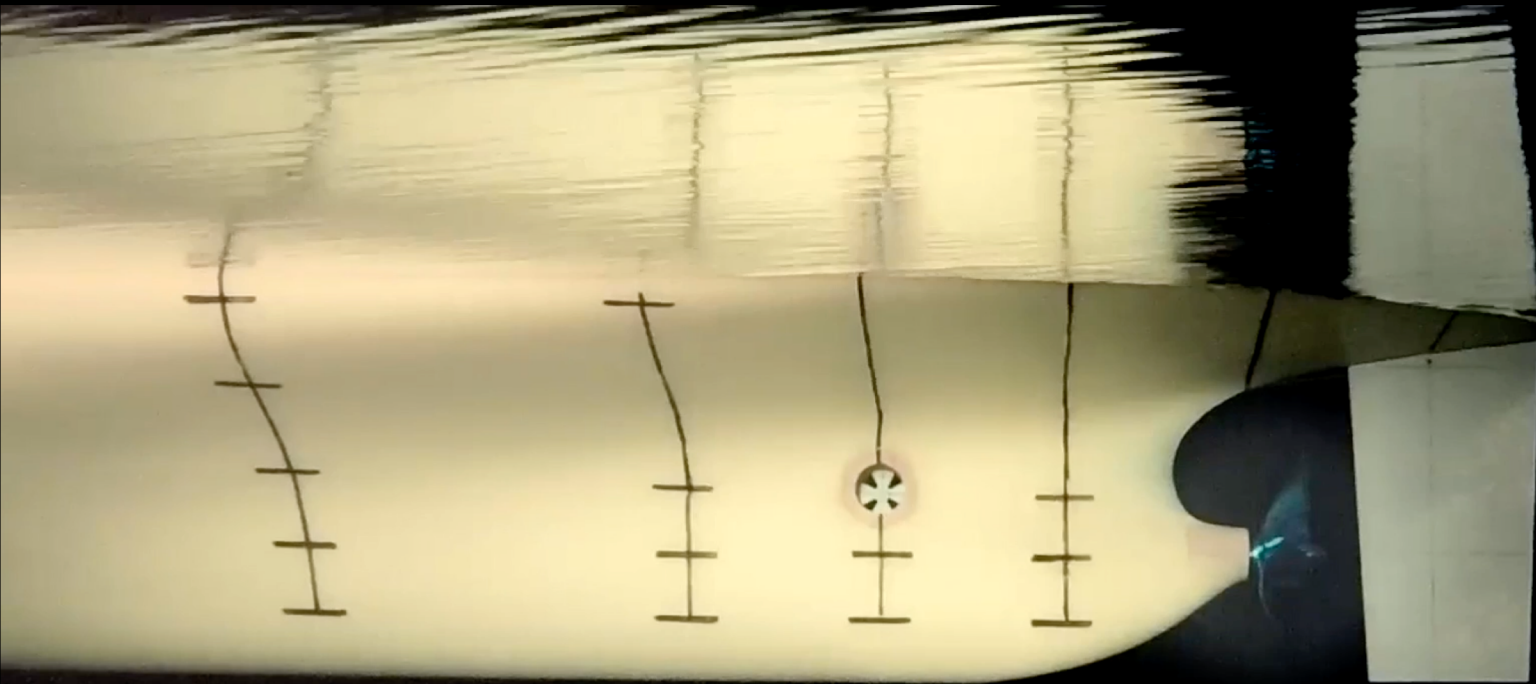
2013



# WAVE-MAKING RESISTANCE



# SELF-PROLUSION





2014

「スパーコンピュータ」を駆使し、レシジョン機の強さを、モノへの現シなしたいや

2015

2015

# Tatsuo Nishikawa Wins DNV GL COMPIT Award

## スパコン「京」でものづくり

### トヨタは車設計 大規模実験不要に

スーパーコンピュータを駆使し、レシジョン機の強さを、モノへの現シなしたいや

超高度な性能を誇る「京」は、大規模な実験を不要にするまで分らなかった。トヨタは車設計、大規模実験不要に

# 算

化を簡便に、デジタル化して使われており、精度の低下が懸念された。同センターは、解消と実験を繰り返す

▼京(付) 理化学研究所と富士通が共同開発したスーパーコンピュータ「京」が、神戸市に建設された。2012年9月に稼働した。1秒間に1京(1京は1兆の1万倍)の計算能力は世界4位。大学や研究機関

究機構の技術はレアアイテム(希土類)を使わずに、必ず必要な材料を京で設計する。1ナノは10億分の1。単位で磁石の結晶の大きさや形を変えて性能を予測、最適な組み合わせを探す。

Director of the L-Maritime.

90%代替が可能  
船舶の分野で近年、温室効果ガスの削減が求められる。船舶は、京の10分の1の1秒間の性能(1ナノ秒)で、1ナノ秒の計算で済ませ、再販を促すことが可能だ。



2016

CLOSE UP

「京」の中で船を走らす  
船舶設計の効率化に向け、数年後の実用化を目指す

一般財団法人 日本造船技術センター 設計システム開発課長 西川 達雄さん

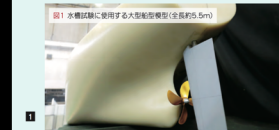
日本造船技術センターの西川さんのグループは、大型輸送船が航行する際、船体の周囲に発生する微小な乱れた流れを、スーパーコンピュータ「京」を使ったシミュレーションにより、世界で初めて詳細に明らかにしました。これにより船の設計プロセスのうち多くのコストと時間を要する水櫃試験をシミュレーションで代替し、設計を大幅に効率化できる可能性が見えており、数年後の実用化を目指して研究が続けられています。

船の設計はどのように行われ、日本造船技術センターの役割はどのようなものなのでしょうか。

西川さん 全長数十メートルを超える大型輸送船は基本的に一品生産であり、実寸での性能試験は行いません。そこで、約140年前にイギリス人のウィリアム・フルードによって模型船を使った性能推定法が確立されました。現在では、船主からの要求に基づいて、過去のデータベースなどから船型の候補を決め、水櫃試験を行って船形を確定します。水櫃試験には2つのステップがあり、長さ2~3mの模型による小型水櫃試験の結果をもとに改良を重ねた後、最終確認のために、5~7mの大型模型(図1)による曳船水櫃

試験(図2)を行います。曳船水櫃試験の代表的なものには、模型船を台車に取り付けて直進方向に動かす抵抗試験のほか、船体とプロペラの干渉を見る自航試験、プロペラの回転力(トルク)や推進力を測るプロペラ性能車軸試験があります。

当センターは、前身の船舶試験所時代を含め1927年から船型設計にかかわる水櫃試験を行ってきました。現在は全長400mに及ぶ大型水櫃を使い、国内造船の主力を担う中小造船所その他から多くの水櫃試験依頼を受けています。年間の受託数は50~100件のほり、これは国内で建造される大型船のうちほぼ半数に当たります。



# 京算百景

けいさん ひゃくけい

JULY 2016 VOL.14

「京」の中で船を走らす  
船舶設計の効率化に向け、数年後の実用化を目指す

利用者アンケート結果のご紹介  
利用支援のご案内

スパコンが拓く未来



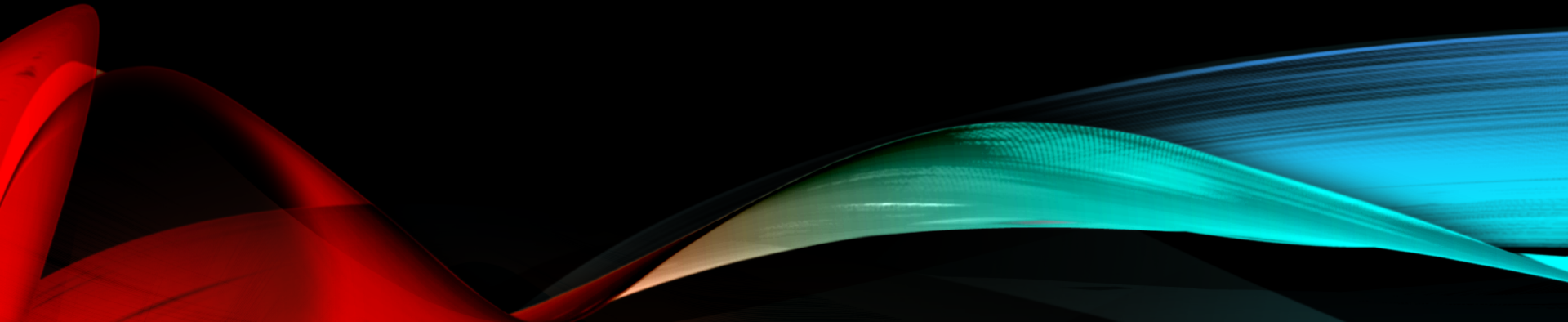
京 K computer

登録施設利用促進機関/HPCI運用事務局  
一般財団法人 RIST 高度情報科学技術研究機構

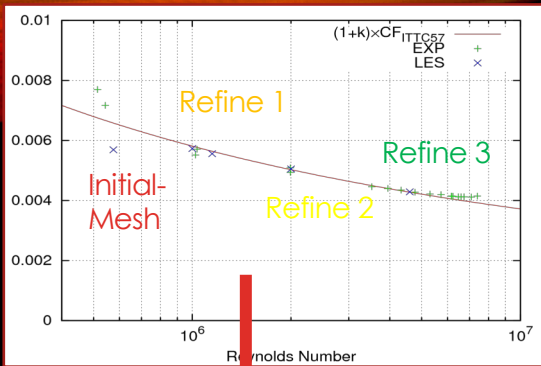
曳船水櫃試験中の400m水櫃  
(国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所)

# K INDUSTRIAL USE

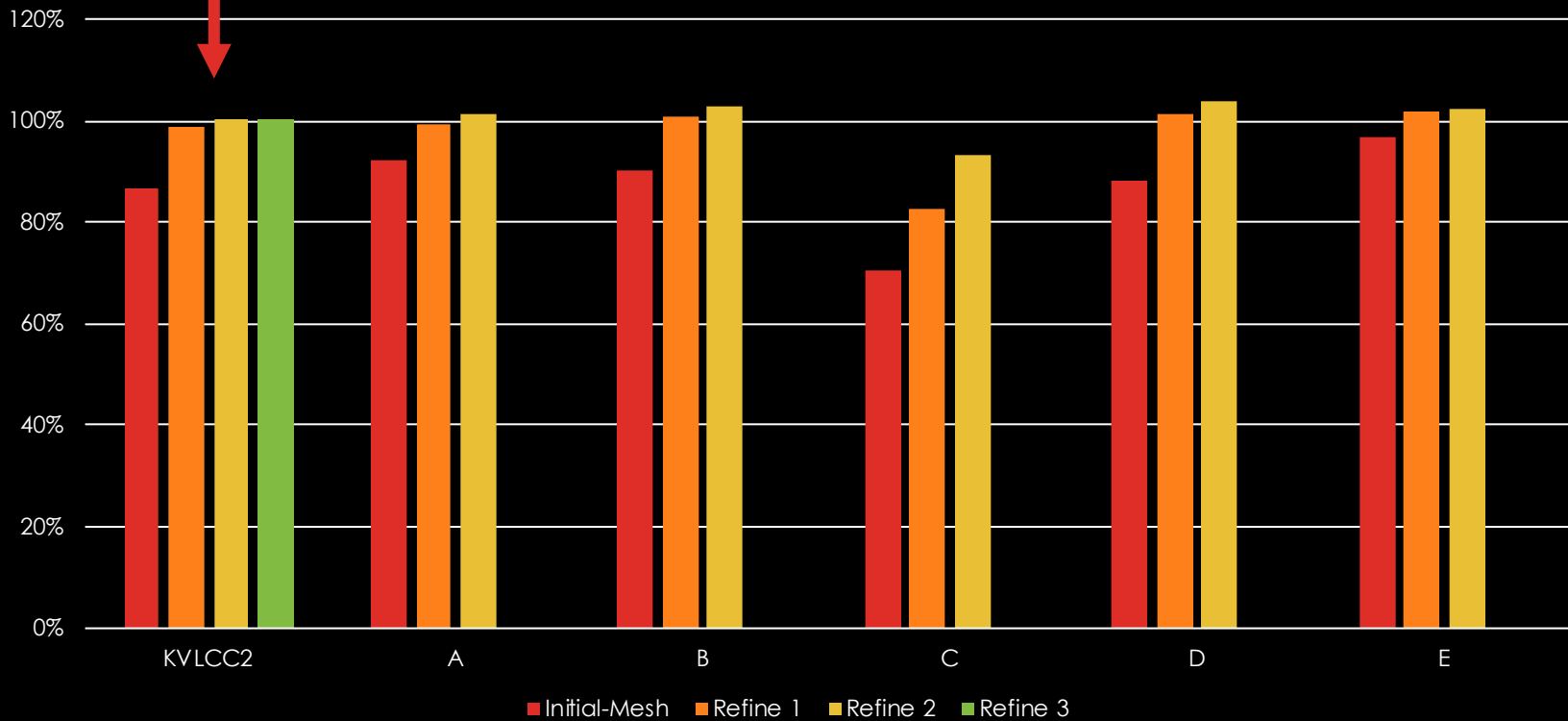
Validation 2013-2018



# TOTAL RESISTANCE



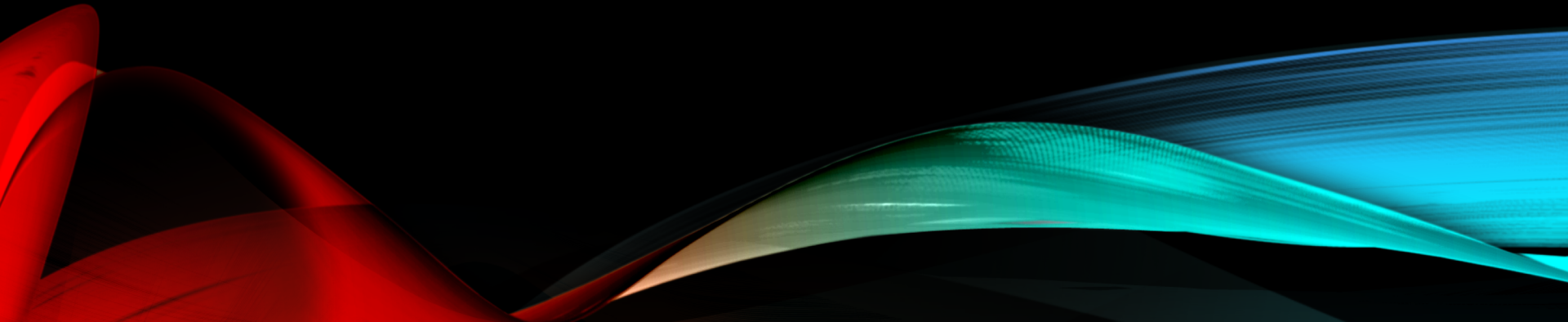
Difference from Towing Tank Test



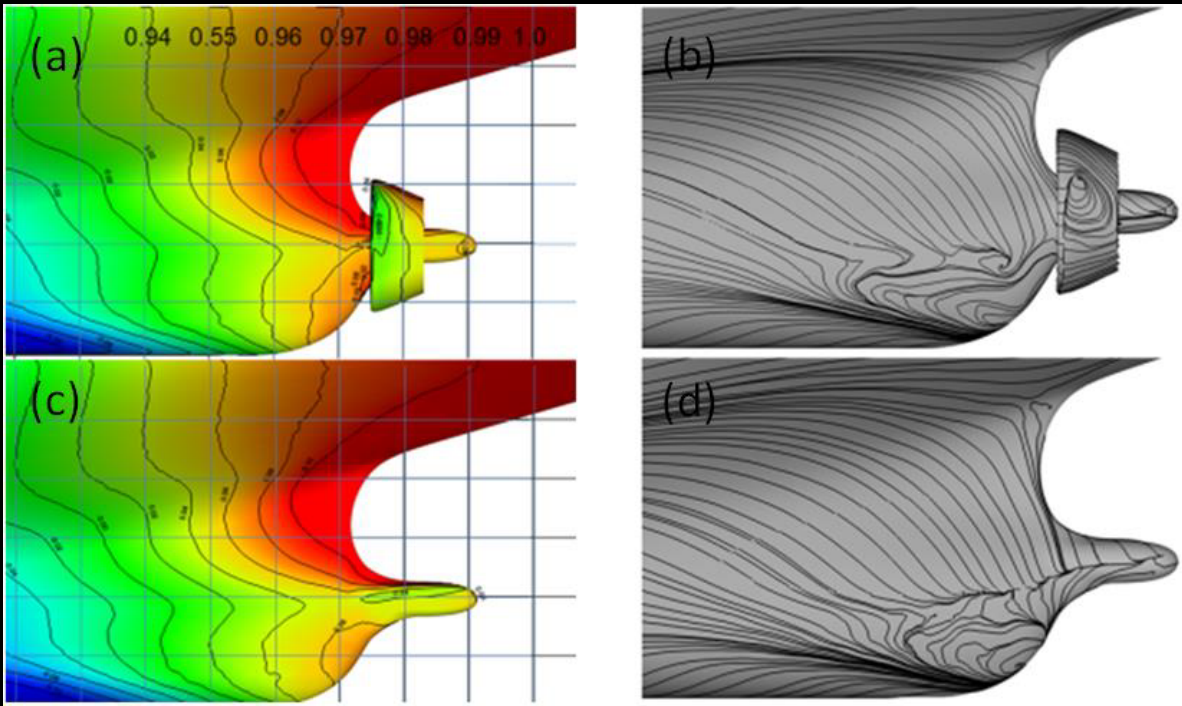


# CFD WORKSHOP 2015

K Industrial Use



# JAPAN BULK CARRIER (JBC)



Energy Saving Device

Pressure Distributions and Limiting Streamlines

# PRACTICAL USE

- Commercial viability.
  - SRC has a long history of commercial towing tank test.
  - Possible to use same business framework.
  - Third party standpoint
- Market research to domestic shipyards.
  - Reality is not so simple
    - Surprise and compliment at first
    - Shortage of money (as usual)
  - Changing their mind
    - CFD is not cheaper than experiment anymore
- Validation data is not enough yet
  - Ballast loading condition
  - Energy saving device
  - Continue to increase more experience

# POST K

- Wall-resolved LES in higher Reynolds number.
  - Impossible for actual ship scale simulation.
  - Possible to extrapolate performance better than now.
  - Wall-modeled LES becomes in the scope.
- Maneuverability performance.
- Resistance increase in wave condition.
  - Necessary long period of simulation
  - Feasible only by Post K
- Surface roughness in actual use.
  - Manufacturing limitation/error
  - Biofouling