

# 海事関連技術のデジタル変革に向けて

## デジタルトランスフォーメーションPTメンバー

構造安全評価系	岡 正義*
産業システム系	平方 勝, 谷口 智之
構造安全評価系	松井 貞興
流体性能評価系	北川 泰士
環境・動力系	ボンダレンコ オレクシー
流体設計系	黒田麻利子, 粉原 直人
流体設計系	一ノ瀬康雄, 藤沢 純一
知識・データシステム系	佐藤 圭二, 和中真之介



# はじめに

- \* 海技研では、2020年3月に4つのプロジェクトチーム（PT）が設置された。そのうちの 하나가 **デジタルトランスフォーメーションPT**である。
- \* このPTの任務は、「海事関連技術のデジタル変革すなわちデジタルトランスフォーメーションを実現する上でのキーテクノロジーとなるデジタルツイン技術・デジタル情報基盤技術を開発し社会実装に繋げること」にある。
- \* 本日の発表会においても、デジタル化技術にまつわる講演が複数予定されており<sup>1)~6)</sup>、期待の高さが表れている。
- \* 本講演では、個別の技術開発要素として、「船体」、「船用主機」、「運航」、「船型設計」、「船舶建造」に係わるデジタルツイン・デジタル基盤技術に関する取り組みを紹介する。また、「**統合型デジタルツイン**」開発を見据えた研究戦略及びビジネスモデルの検討事例を紹介する。



# デジタルツインについて

デジタルツインとは、

「実空間上にある機器や設備を、センサ計測や数値シミュレーションを用いてサイバー空間上にリアルタイムで再現する技術」

この技術を活用して、アセットとしての付加価値を高め、データ活用による高度な設計を実現する。

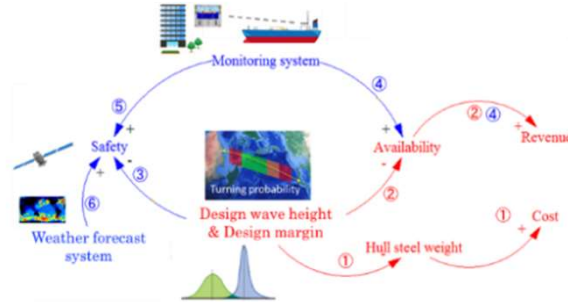
船舶の分野では、機関の故障予知や燃費の評価、安全運航支援への活用が、特に造船分野では、短期間での設計・生産システムへの活用が期待されている。



# デジタルトランスフォーメーションPTの体制

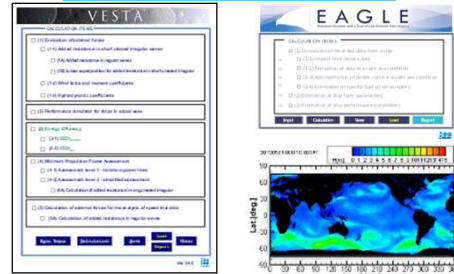
連携・情報共有  
Cooperation & Information Sharing

統合化・社会実装  
Integration & societal implementation



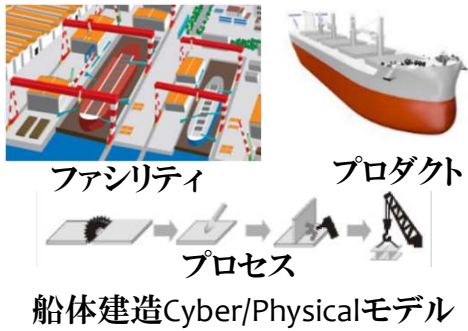
デジタルツイン導入の効果の因果関係

運航デジタルツイン  
Operation

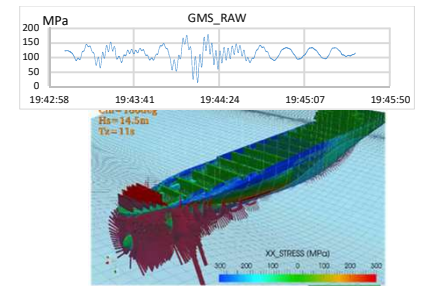


実運航性能シミュレータ

船体建造デジタル基盤  
Construction

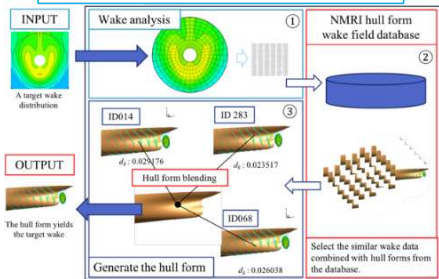


船体デジタルツイン  
Hull Structure



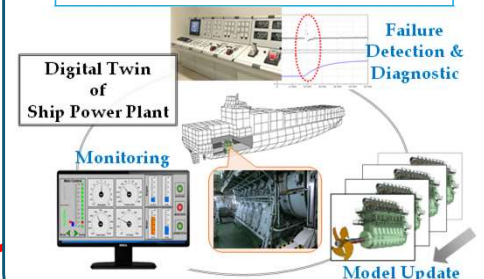
船体モニタリングとシミュレーション

船型設計デジタル基盤  
Design of hull form



伴流設計システム

船用主機デジタルツイン  
Ship Power Plant



船用主機デジタルツインの展開例

PTを構成する個別要素技術  
及び統合化システム



# 個別のデジタルツイン技術

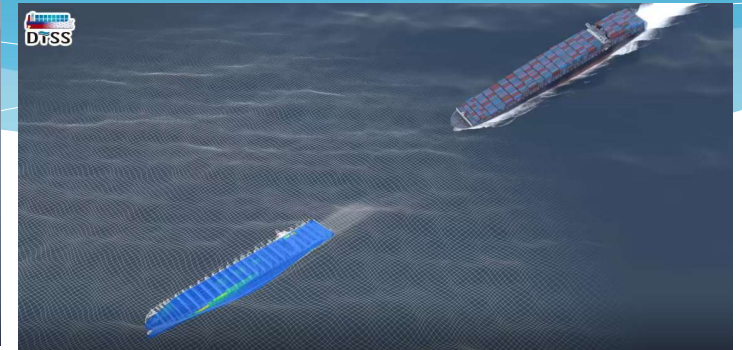
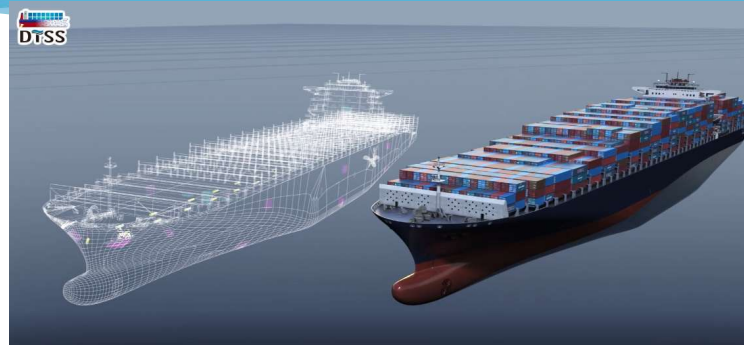
- ◆ 船体
- ◆ 主機
- ◆ 運航
- ◆ 船型設計
- ◆ 船舶建造

# 船体デジタルツイン

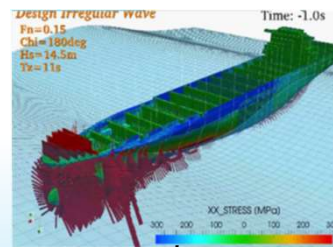
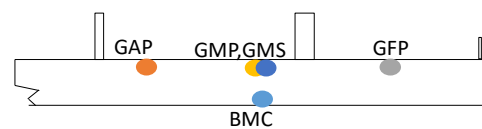
## Digital Twin for Ship Structures(DTSS)

船体DTの機能要件

1. 荒天操船支援
2. 安全航路支援
3. 経年状態監視
4. 設計改善



出典： 日本船舶技術研究協会 「超高精度船体構造デジタルツインの研究開発」 プロモーション動画



モニタリング

数値シミュレーション

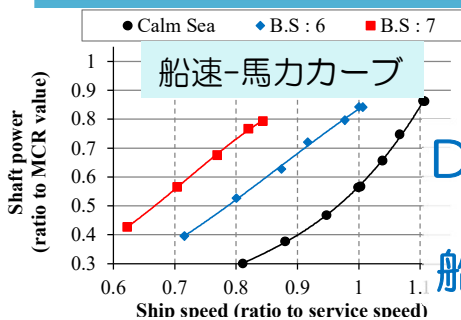
状態量  
推定

評価  
意思決定

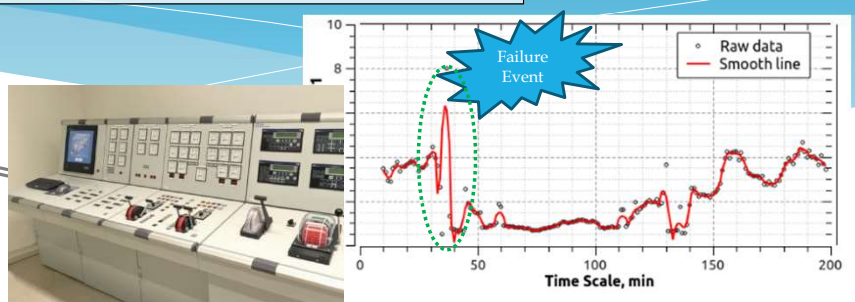
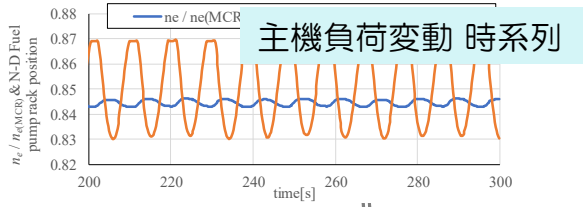


# 主機デジタルツイン

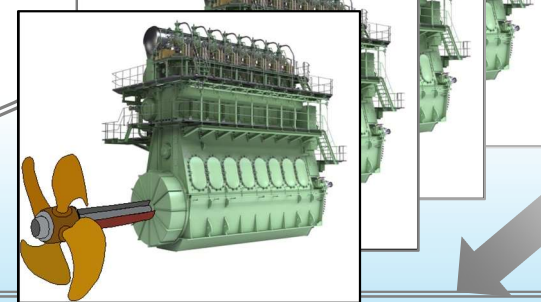
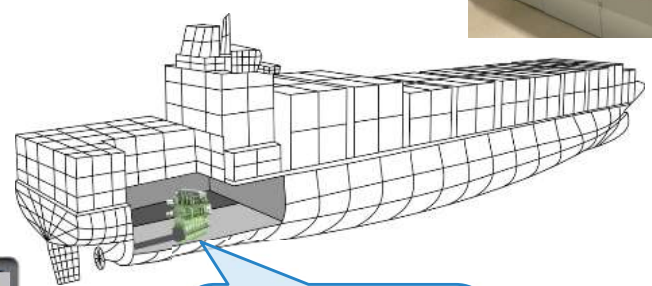
## Digital Twin of a Ship Propulsion Plant



DT-SPPと流力モデルを用いた想定海象中の船舶性能+主機状態予測

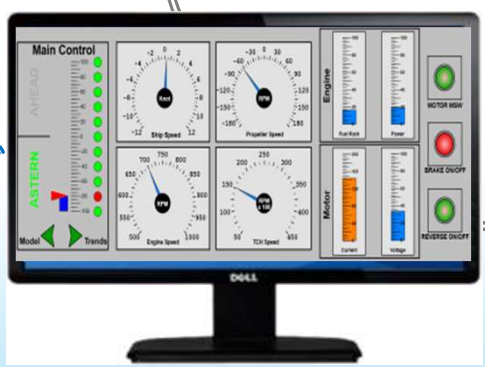


主機状態の異常検知 + 診断の自動化

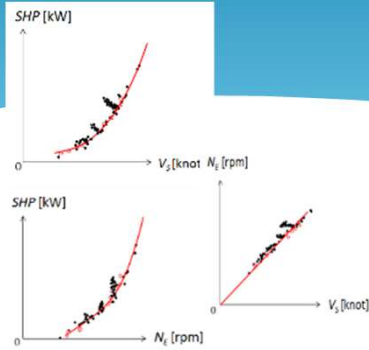


経年劣化状況の把握による最適保守タイミングの検討

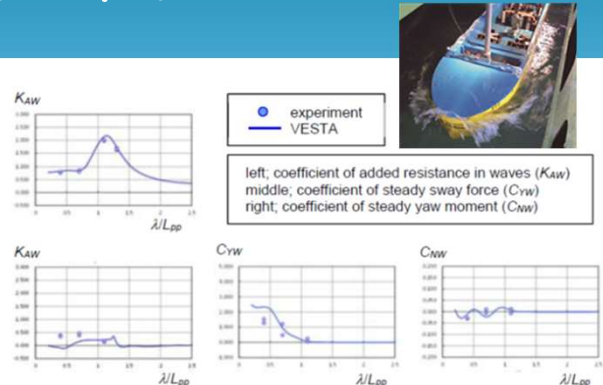
先進的な主機状態モニタリング



# 運航デジタルツイン



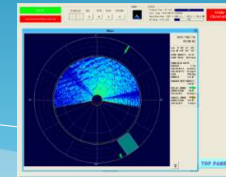
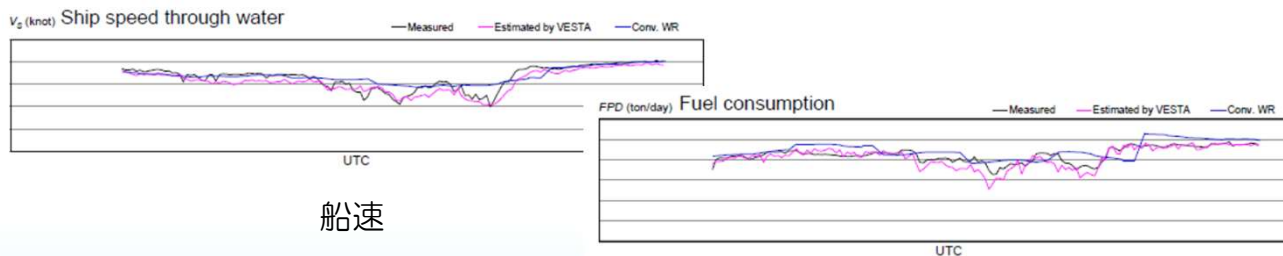
実船モニタリングデータ解析



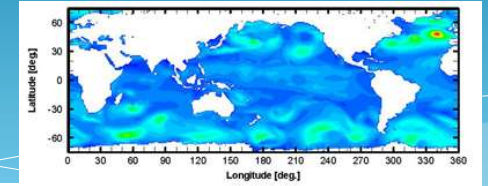
波浪中抵抗増加評価法

波浪中性能を加味

実海域実船性能評価法の開発



波浪レーダーによる  
遭遇波浪情報の取得



気象海象予測



ウェザールーティングシステム

実船データによる検証



M. Tsujimoto, N. Sogihara, K. Hirayama, Y. Sugimoto, K. Hasegawa and K. Yokokawa: Advanced Weather Routing System for Ships in Actual Seas Development and Validation by a Ship, Proc. Of The 16th IAIN World Congress 2018





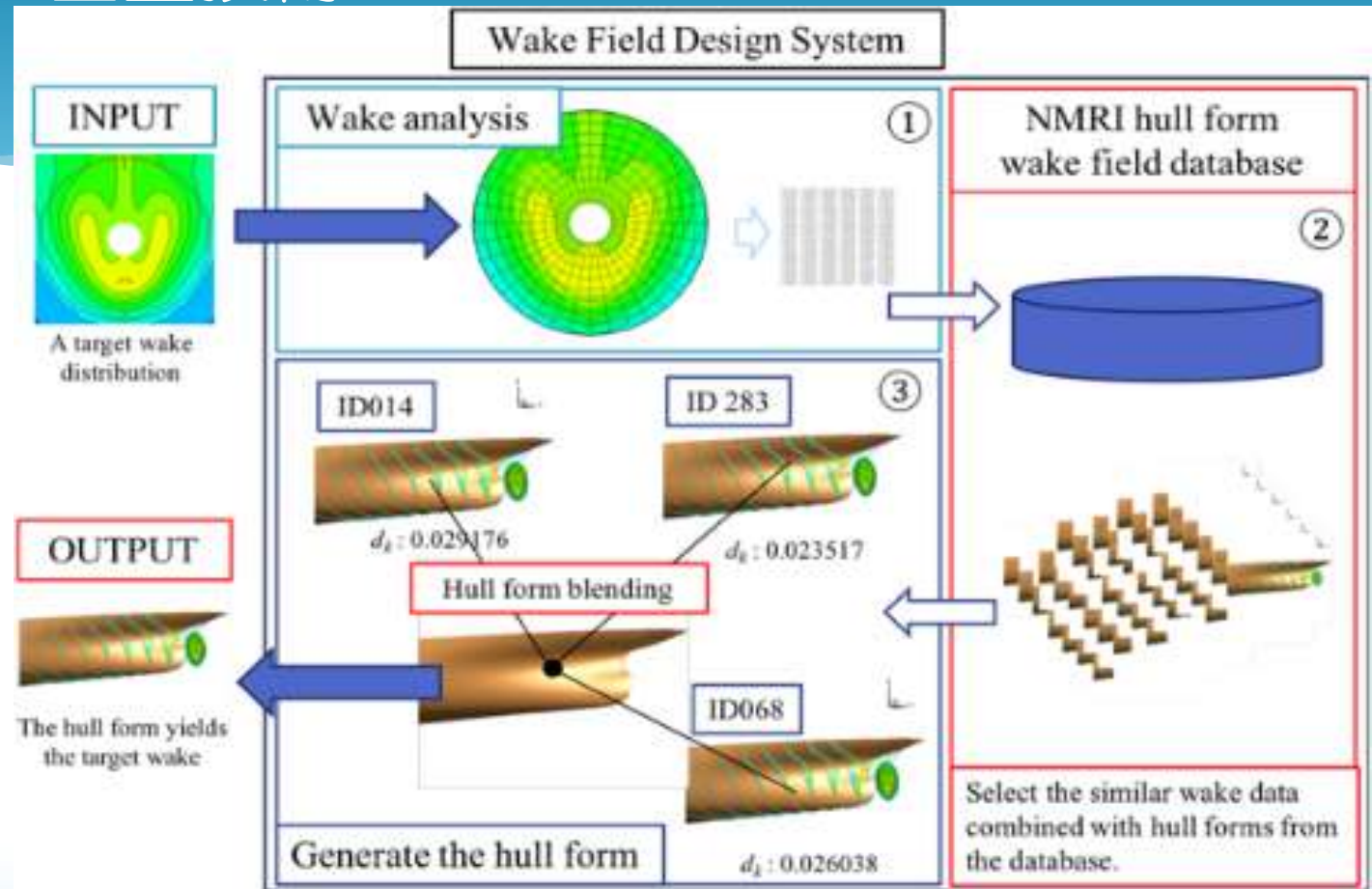
# 船型設計デジタル基盤技術

水槽試験の  
ロボット化

CFD  
解析技術

計測データ  
データベース化

新しい概念の船型設計手法の創出



伴流設計システム

理想流場から逆問題を解いて最適船型を得るシステム



# 建造デジタル基盤技術

Smart Shipyard (Cyber Space) <Open Platform>

Smart Shipyard (Physical Space)

Marketing/  
Development

Basic Design

Product Design

Design Flow



Monitoring ⇒  
Marketing



Monitoring Data

Construction Plan  
<Simulation Based by NMRI>

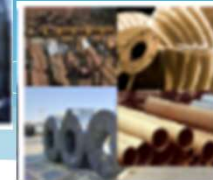


Project  
Management

Business Management

Material  
Management

Supply Chain Management



Construction  
Process



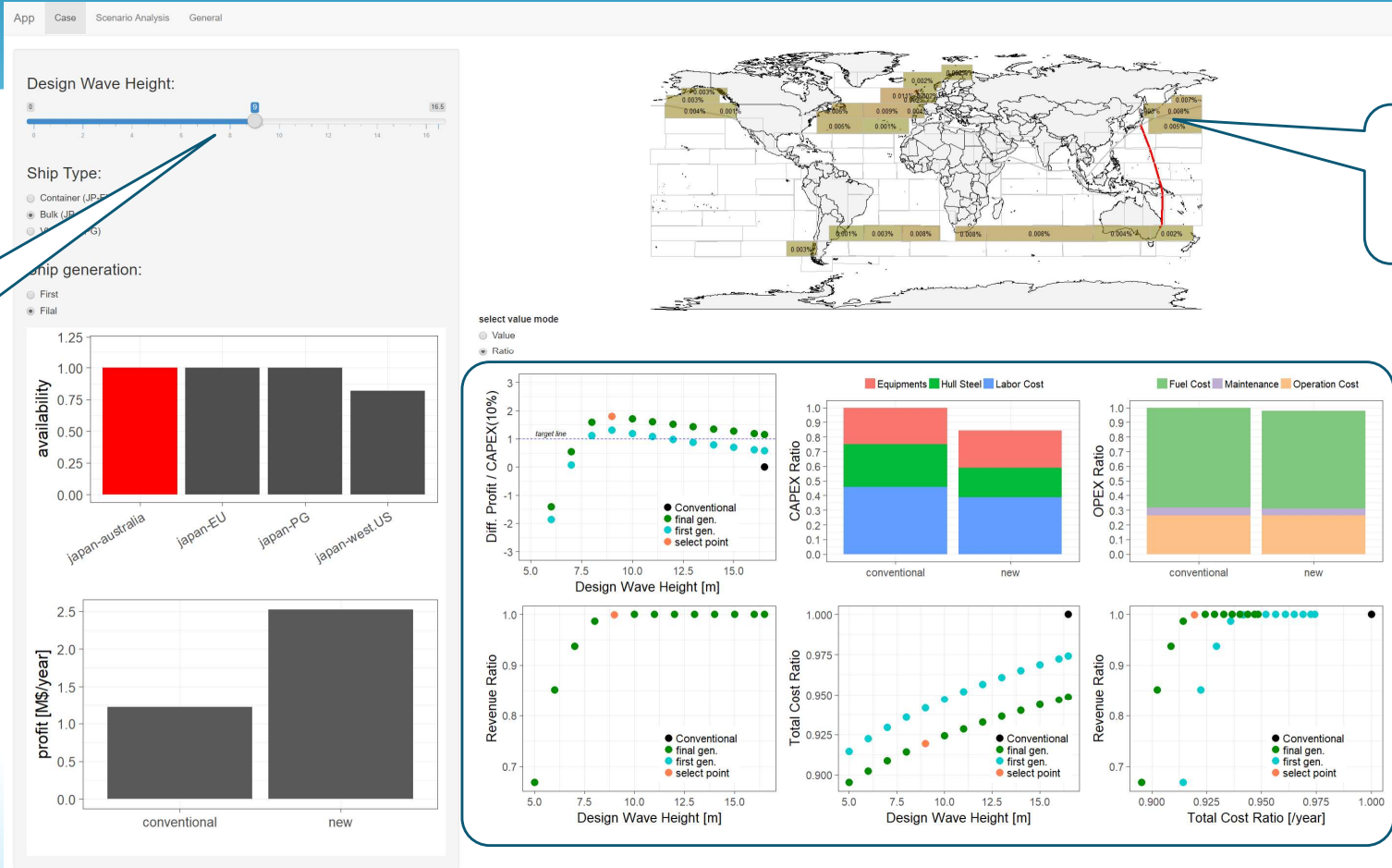
# 統合型のデジタルツインの開発に向けて (新技術導入の効果の明確化)

- デジタル化技術の社会実装のためには、導入による効果や価値を定量的に示す事が重要
- 新しい技術の導入による効果を示す手段として期待される「システムズアプローチ」を活用して、船体構造設計を例に検討した結果を紹介する

# 新技術導入の効果の検証例

## 船体構造設計の意思決定支援プログラム

設計波高の設定



設計波高を超える確率

利益とコストの詳細



佐藤 他：船舶設計へのシステムズアプローチの活用に関する研究（平成30年日本船舶海洋工学会秋季講演会）



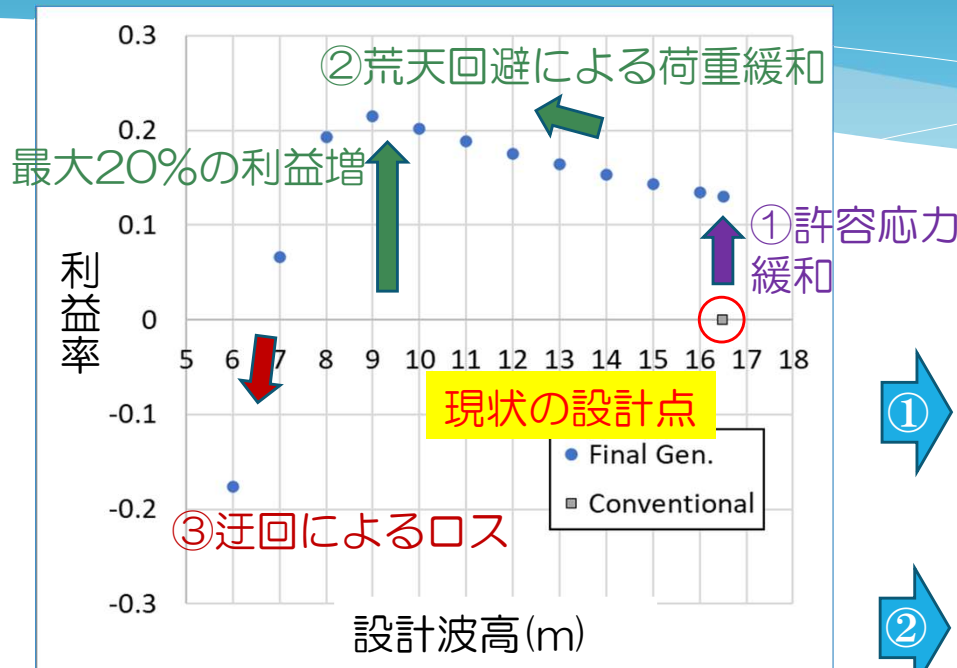
# 新技術導入の効果の検証例（続き）

## 目的

船体軽量化に伴う排水量低減によって生じる燃料消費量の削減効果（利益）の定量評価

## 検討条件

ルート：  
日本-オーストラリア  
積荷：鉄鉱石  
載貨重量：200,000 t  
運賃：7 USD/t  
燃料費：350 USD/t



## 主な仮定

- 設計波高を超える海象は迂回し、2倍の距離を航行
- 燃料消費量は排水量の2/3乗比

## 効果

- ① 船体DTのデータ活用によって作用応力推定の確実性が上がり、許容応力の緩和、軽量化が可能に。
- ② さらに船体+運航DTを利用した荒天回避を前提として船体軽量化を図ることで、最大で20%の利益を得る可能性がある。
- ③ ただし、荒天回避の波高の設定を下げすぎると迂回によるロスが生じる



## おわりに

- \* 海事関連技術のデジタル変革のためのキーテクノロジーとなるデジタルツイン技術・デジタル情報基盤技術の開発状況を紹介した。
- \* システムズアプローチを利用して新技術導入の効果を示した。
- \* 個別デジタルツイン技術の確立と社会実装の加速、統合型デジタルツインの開発へ繋げる。



# DXに関連する講演， (海上技術安全研究所報告，第20巻別冊(2020))

- ① 粉原直人，黒田麻利子，櫻田顕子，横田早織，辻本勝：海技研が提供する船舶の実海域性能に対するソリューション
- ② 黒田麻利子，杉本義彦，粉原直人，佐藤秀彦，久米健一，折原秀夫，辻本勝：OCTARVIA プロジェクトによる実海域実船性能評価と性能向上への寄与
- ③ 岡正義，松井貞興，馬沖，小森山祐輔：船体構造デジタルツインの早期実現に向けた研究開発
- ④ 北川泰士，ボンダレンコ オレクシー，福田哲吾，他：船用主機デジタルツインに関する研究開発と技術的課題
- ⑤ 平方勝，松尾公平，谷口智之，竹澤正仁：次世代造船システムの構想
- ⑥ 佐藤圭二，一ノ瀬康雄，和中真之介：海技研クラウドの紹介と展望

