

令和4年度 第1回海洋技術フォーラムシンポジウム プログラム

テーマ：第4期海洋基本計画における科学技術・イノベーションの在り方（その4）～今、方向性を示すべきもの～

(002)

日時：6月28日 13:00-17:00

会場：ウェビナー方式

我が国海事産業の競争力強化のための シミュレーション共通基盤の提言

2022年6月28日

安藤英幸

株式会社MTI

発表の構成

1. 海事産業の課題とモデルベース開発手法
2. 自動運航船プロジェクト DFFASにおける導入事例
3. 脱炭素の取り組みへの展開
4. 海事産業の競争力強化のためのシミュレーション共通基盤
5. まとめ

発表の構成

- 1. 海事産業の課題とモデルベース開発手法**
2. 自動運航船プロジェクト DFFASにおける導入事例
3. 脱炭素の取り組みへの展開
4. 海事産業の競争力強化のためのシミュレーション共通基盤
5. まとめ

海事産業が解決すべき課題～脱炭素・自動運航・生産性向上



LNG DF Battery Hybrid PCTC



MEGURI2040 無人運航船

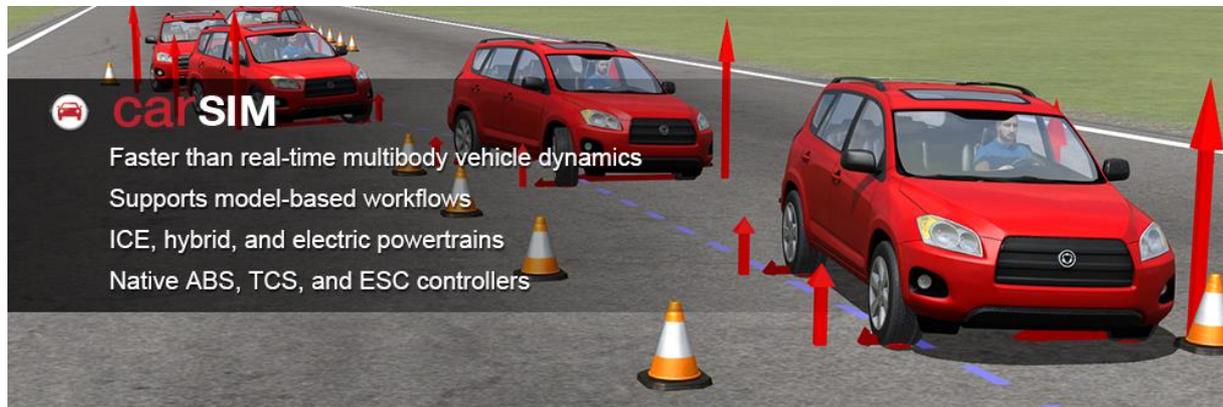


Super Ecoship 2050
(ゼロエミ船)

- **脱炭素**のための新たな技術開発とその社会実装
- 海運サービスの安全性向上と働き方改革のための**自動運航船**導入
- 高度・複雑なシステムを搭載する船舶の設計・製造プロセスにおける**圧倒的な生産性確保**

脱炭素船や自動運航船では高度なシステム導入は必至。これに取り組むためのエンジニアリング手法として、自動車業界他でも普及する“モデルベース開発”、“シミュレーション基盤”を取り入れる必要がある。

自動車産業で進むモデルベース開発



(出典) Mechanical Simulations, <https://www.carsim.com/>

- 足回り・操縦性、パワートレイン・駆動系、運転支援等各種機能を、**シミュレーション基盤**を活用した**モデルベース開発**で進めている。2015年頃までにこうした開発が欧州OEMで整った。¹⁾
- 日本の自動車メーカーも追従しており、2021年7月にはMBD推進センター(JAMBE)を設立。²⁾

モデルベース開発 ... 物理的な試作の代わりに、コンピューター上のモデルとして、車体や部品を再現。これらをシミュレーション基盤上で組み合わせて燃費性能や走行性能の確認、制御システムの開発や試験を行うエンジニアリング手法。

1) 内田孝尚、バーチャルエンジニアリング, 2017

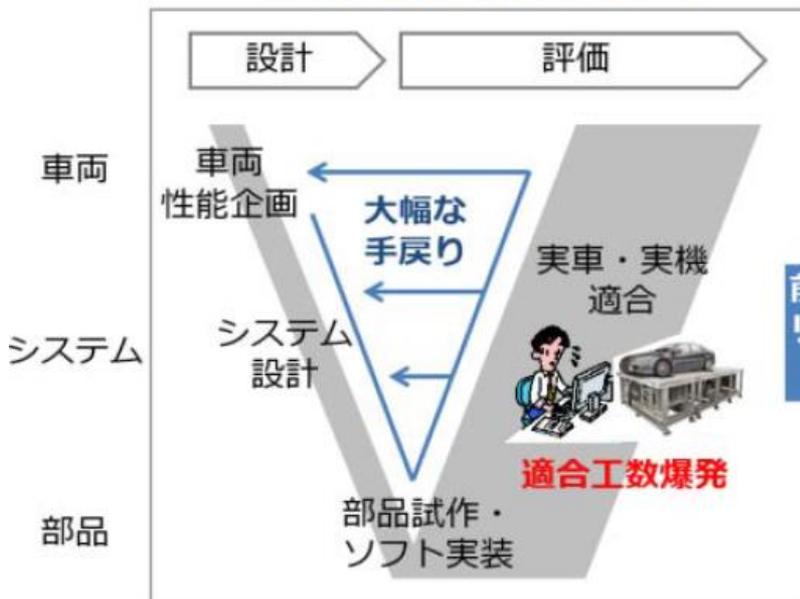
2) トヨタ プレスリリース, <https://global.toyota.jp/newsroom/corporate/36077064.html>

モデルベース開発の目的：フロントローディング バーチャルな“擦り合わせ”による前工程での問題解決と生産性向上

開発の生産性革新に向けた前工程シフト

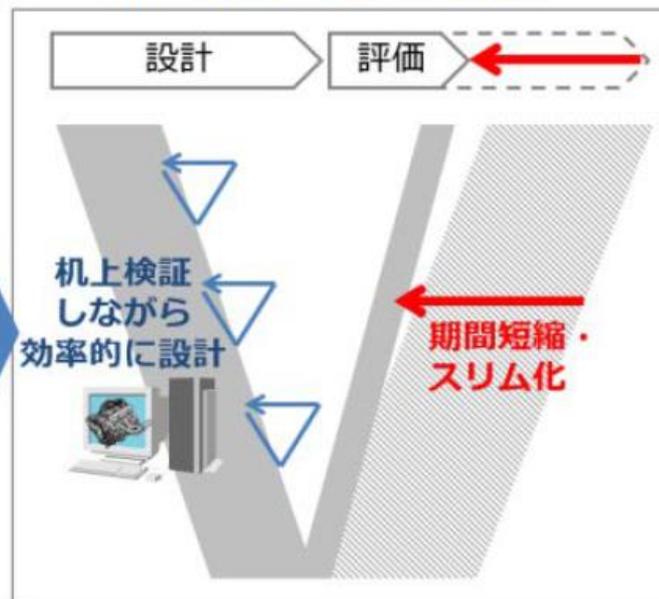
<従来：後工程に重心>

実車・実機を用いて、マンパワー中心に
後工程で品質・性能をつくり込み



<目指す姿：前工程に重心>

デジタル（バーチャル技術）を活用し、
前工程で品質・性能をつくり込み



資料出典：経産省 自動車新時代戦略会議資料より (平成30年4月18日)

後工程で発生する課題を前倒しして解決し、トータルのコスト・工数を削減する。

発表の構成

1. 海事産業の課題とモデルベース開発手法
- 2. 自動運航船プロジェクト DFFASにおける導入事例**
3. 脱炭素の取り組みへの展開
4. 海事産業の競争力強化のためのシミュレーション共通基盤
5. まとめ

DFFAS PJ 実証航海

①往路 2022年2月26日～27日, ②復路 2022年2月28日～3月1日

①往路97.4%
②復路99.7%
無人操船システムによる
自律航行を達成

フリートオペレーショ
ンセンター千葉幕張

東京港



浦賀水道

津松阪港

往復
790km

伊良湖水道

① 2022年2月26日-27日

② 2022年2月28日-3月1日



輻輳する既存航路における
無人運航船の実運用を模擬した実船実証

749GT型コンテナ専用船「すざく」に
無人運航システムを搭載したコンテナ
を設置し無人操船機能を実現

DFFAS システム全体構成

通信システム
(通信回線・情報管理制御)

Telecommunications system
(Telecommunications lines, information management & control)

DFFAS

船舶側システム(自律機能)
Onboard system
(Autonomous functions)



MEGURI 2040



陸上側システム (陸上支援機能)
Land-based system
(Land-based support functions)



統合表示ブロック (船陸情報収集・監視・分析)
(機関異常予知含機能)

Integrated display block
(Gathers, monitors, analyzes ship information)
(Includes malfunction warning function)

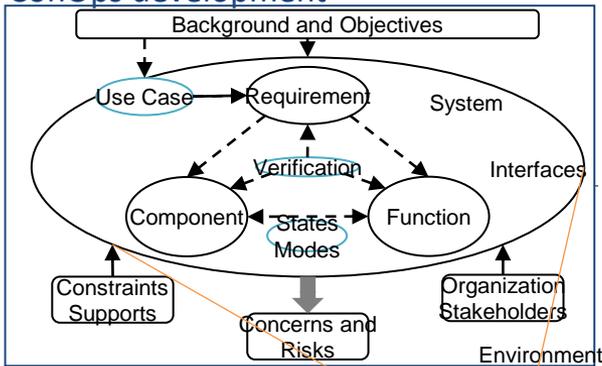


非常対応ブロック
(遠隔操船機能)

Emergency response block
(Remote operation function)

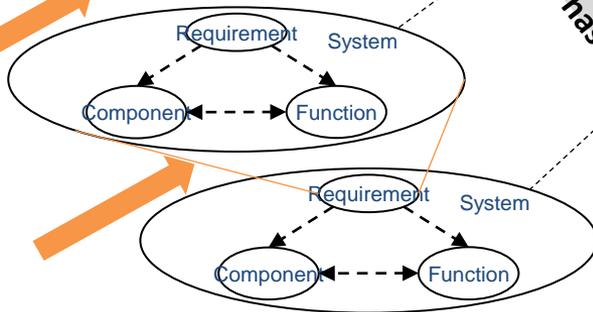
DFFAS PJで導入したモデルベース開発プロセス

ConOps development



STPA

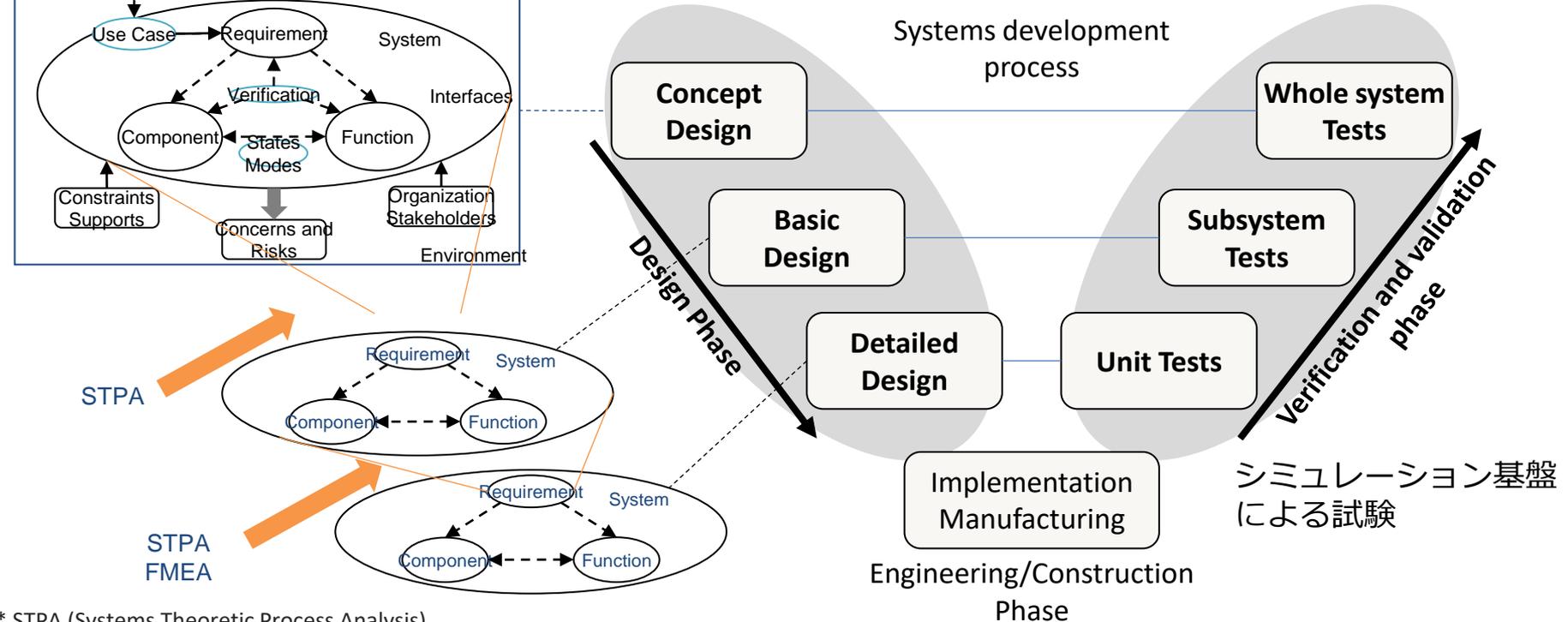
STPA
FMEA



- * STPA (Systems Theoretic Process Analysis)
- * FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)

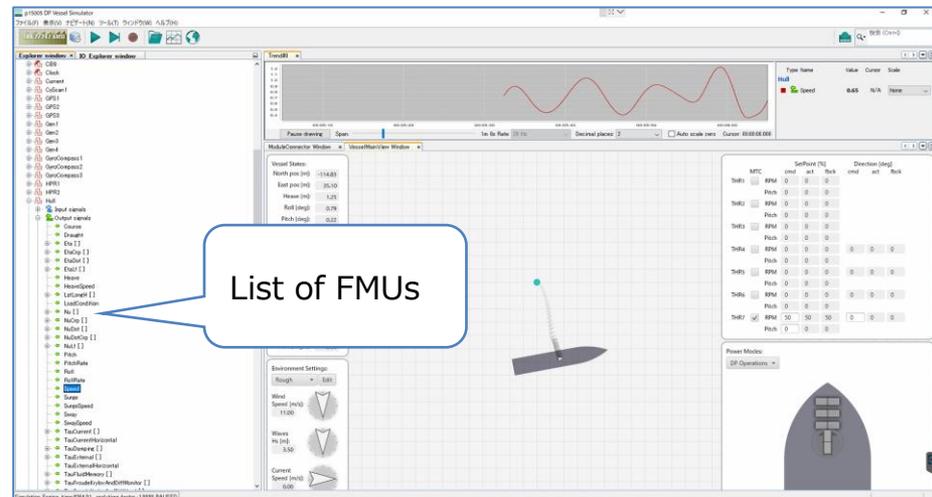
Ref) Nakashima et.al, "Model-Based Design and Safety Assessment for Crewless Autonomous Vessel", MTEC-ICMASS2022, 2022

ConOps、リスクアセス、シミュレーションによる検証がモデルベース開発の主要な要素。プロジェクトに必要なVプロセスを定め、メンバーと共有し、プロジェクト管理を行う。



DFFAS自動操船システム開発におけるシミュレーション基盤の利用

- DFFAS自動操船システムの開発・検証にあたって、シミュレーション基盤上でのテストを活用
 - MIL (Model in the Loop) … ユニットテスト
 - HIL (Hardware in the Loop) … 統合テスト
- 風・波など様々な自然条件下での制御ユニット、統合システムの振る舞いを、陸上で事前検証。
- システム間の制御の受け渡しや、上位下位システム間の連携など、統合システムとしての振る舞いを確認
- 模型試験、実船試験のデータをシミュレーション基盤上の船体モデルに反映し、再現性(fidelity)を向上。

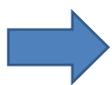


シミュレーション基盤
CyberSea (ノルウェー・DNV)



千葉・幕張に設置したオペレーションセンターにおける統合テスト(2021年6月~8月)

複雑な統合システムの開発における
大幅な生産性向上



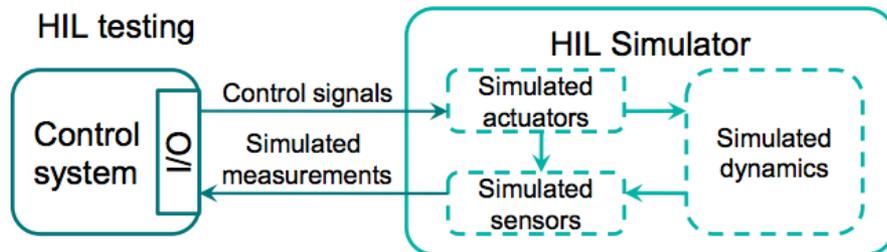
海事業界におけるモデルベース開発技術の活用 ～DPS (Dynamic Positioning System)の開発・認証での利用

- 再現性の高い船体運動シミュレーションを用いて、様々な外乱(風・波・潮)下で求められる精度で制御が行えるか、シミュレーション基盤上と接続して試験を実施。



- Function Mockup Interface (FMI) に準拠したモジュールで構成されるシミュレーター。
- 他のシミュレーションソフトで作ったモジュールをFMIを介して接続可能。
- 評価用のテストシナリオをスクリプトとして記述。自動テストにより効率的に試験対象の制御システムを評価できる。

* FMI <https://fmi-standard.org/>



引用) DNV-GL Marine Cybernetics Advisory

<https://www.dnvgl.com/services/hil-testing-concept-explanation--83385>

シミュレーション基盤にはシナリオマネージャーと標準インターフェースFMIを介したCo-Simulation機能が不可欠。

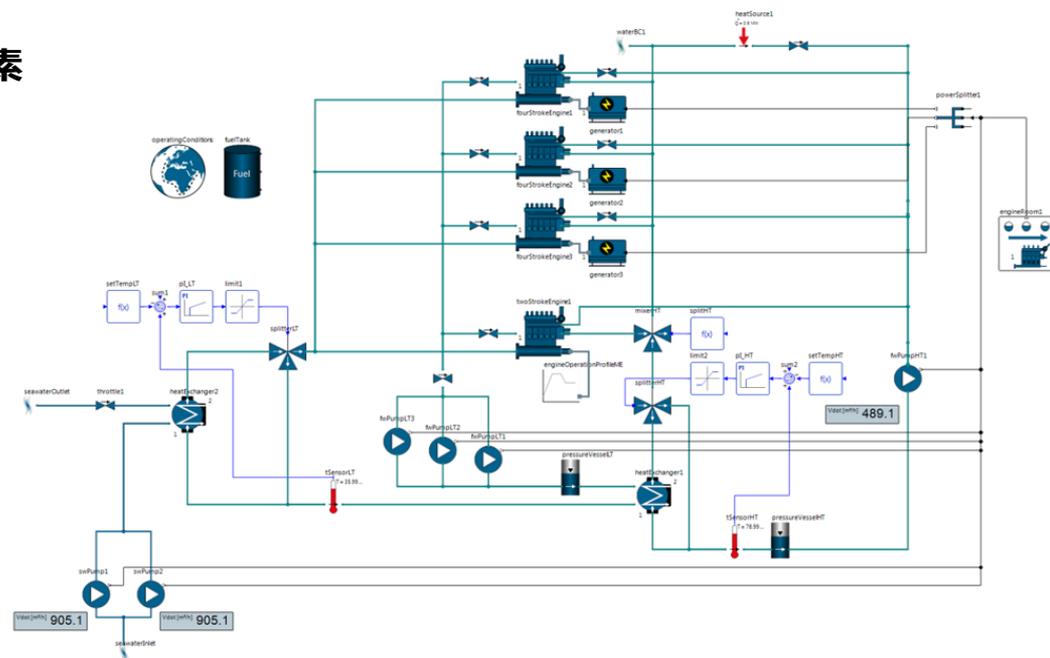
発表の構成

1. 海事産業の課題とモデルベース開発手法
2. 自動運航船プロジェクト DFFASにおける導入事例
- 3. 脱炭素の取り組みへの展開**
4. 海事産業の競争力強化のためのシミュレーション共通基盤
5. まとめ

低炭素・脱炭素実現においても 船舶推進機関の高度化・複雑化は必須

低炭素・脱炭素船における推進機関の構成要素

- 代替燃料：LNG、アンモニア、メタノール、水素
- 電源：発電機、燃料電池、バッテリー、PTO
- 推進器：エンジン、モーター、PTI
- プロペラ：固定ピッチ、可変ピッチ
- 電力マネージメント
- 電源系統：交流、直流
- エネルギーマネージメント：ハイブリッド



引用) Simulation X, Ship Energy System
<https://doc.simulationx.com/4.2/1033/Content/Modules/Module291.htm>

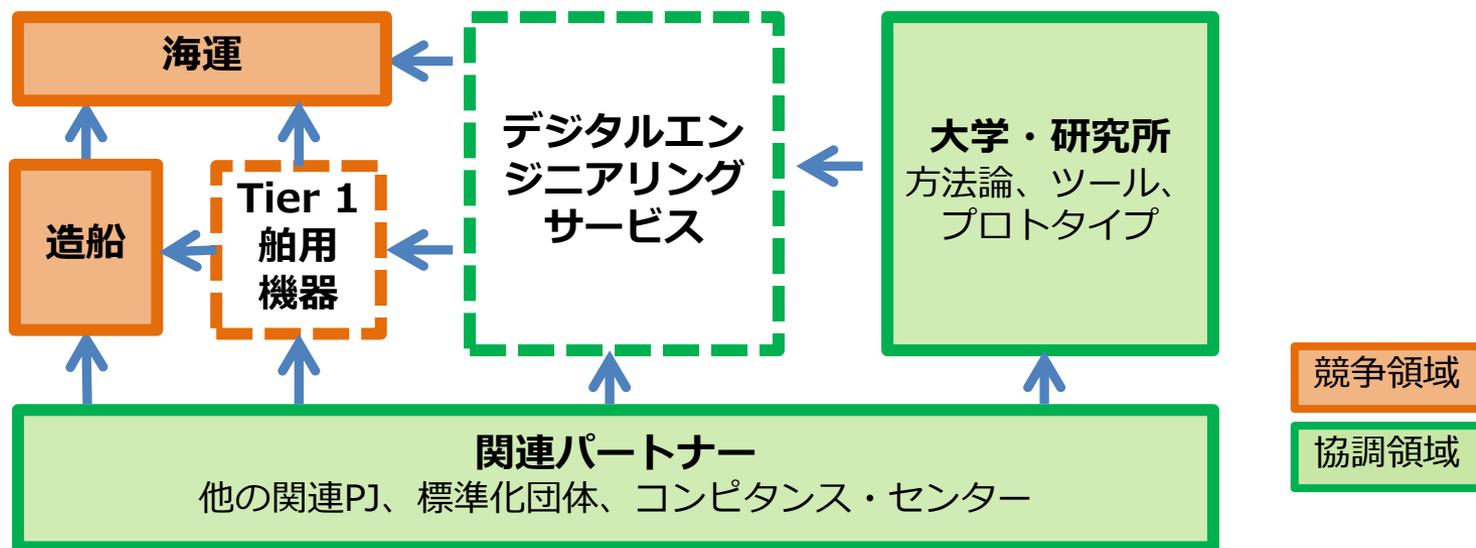
推進機関（燃料、電源、推進器、プロペラ、電力マネージメント、電源系統、エネルギーマネージメント）と船体推進性能を組み合わせたマルチドメイン・シミュレーションが必要

発表の構成

1. 海事産業の課題とモデルベース開発手法
2. 自動運航船プロジェクト DFFASにおける導入事例
3. 脱炭素の取り組みへの展開
- 4. 海事産業の競争力強化のためのシミュレーション共通基盤**
5. まとめ

我が国海事産業において 高度なシステムインテグレーションを進める産業政策上の課題

- ・我が国海事産業として、新しいコンセプトの設計、開発、実装、運用を進めるためには、モデルベース開発と呼ばれる高度なエンジニアリング技術を業界として習得することが必要。
- ・我が国海事産業としてのシミュレーション共通基盤を構築し、造船・船用メーカーのシステムインテグレーションをサポートする、デジタルエンジニアリングサービス提供者が必要。



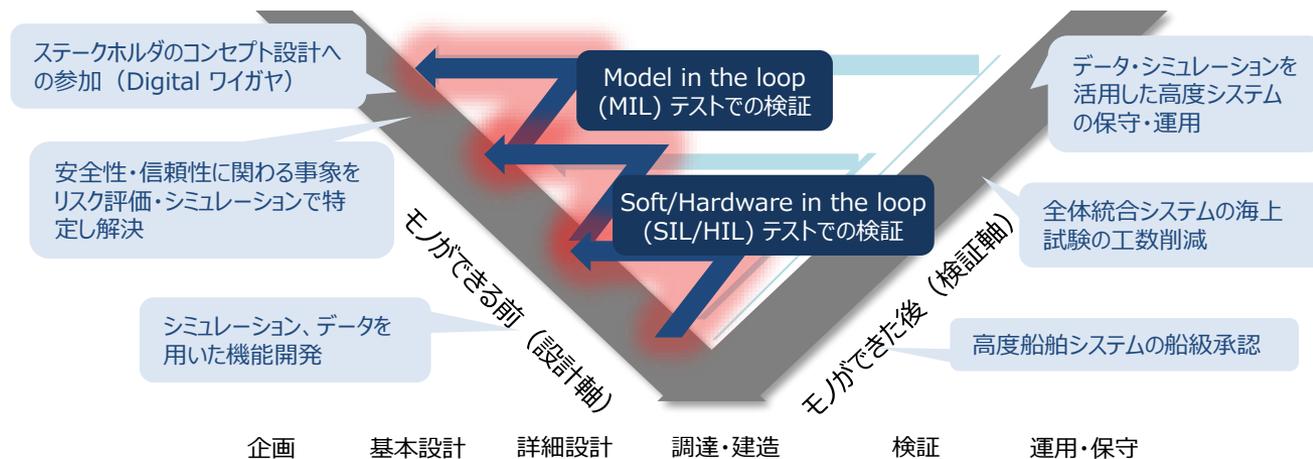
海外事例) ノルウェーではNTNU(ノルウェー科学技術大学)にAMOSセンター(Autonomous Marine Operations and Systems)を2013年に設立。10年間のCoEプログラム。総予算 800MNOK(1100億円)。これまでに400名の修士、100名の博士を輩出。ノルウェーのシステムインテグレーション (Kongsberg, ABB, Wartsila, DNV、ベンチャー企業)を支えるデジタルエンジニアリング人材を輩出。

海事業界におけるモデルベース開発導入の進め方

～民間出資による東大・社会連携講座「海事バーチャル設計学」の立ち上げ

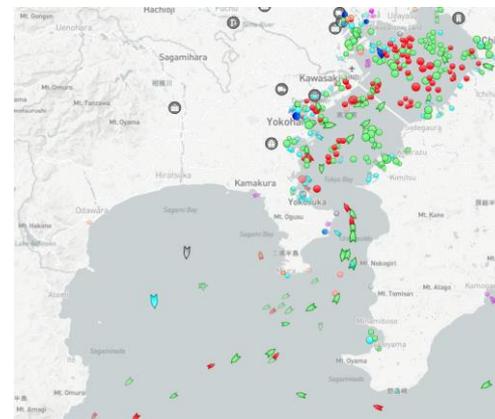
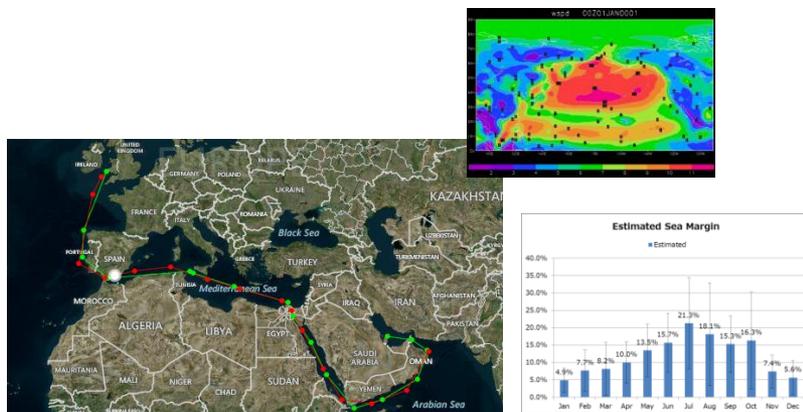
- モデルベース開発(V-モデル)の導入が、他産業の高度・複雑な制御を伴う製品開発において導入進んでいる。**
 - 宇宙、航空→自動車。国内自動車産業もこの方向。海事産業もこの方向をフォローして進めて行く必要がある。 (背景) 脱炭素、自動運航船と言った新しいコンセプト船への挑戦
- 現状、この分野の人材が質、量ともに不足している。→ 民間の出資により、東大・社会連携講座「バーチャル設計学」を設置する。(2022年10月開始)**
 - 設置期間：2022年10月～2027年9月 (5年間)
- 本講座で実際の問題を解きながら、合わせてこの分野の人材を育て、シミュレーション共通基盤(*)を構築する。**

* シミュレーション共通基盤 … 我が国海事産業として共有するべきシミュレーション基盤とその利用方法



シミュレーション共通基盤の社会課題解決への活用

シミュレーション共通基盤は、高次の社会課題解決の議論への応用も期待される。



出典: MarineTraffic

脱炭素船導入の期待効果の検討

- 脱炭素船導入時のCO2削減効果、コスト評価の実施。
- 実際の運航プロファイル、海気象データと、各船推進性能、機関プラントの物理的なモデルをシミュレーション基盤を使って統合
- 脱炭素チェーンなど産業分野を跨いだ議論、政策議論との接続

自動運航船導入時のルール検討、影響評価

- 今後の自動運航船の導入時の影響を、シミュレーションを使って評価。ルール作成や合意形成の材料として活用。
- 交通流のデータなど実際の状況と、各船の運動モデルなど物理的な挙動をシミュレーション基盤を使って統合。
- IMOでの規則検討、船級規則、技術規格まで異なるレイヤーの議論を繋ぐ

発表の構成

1. 海事産業の課題とモデルベース開発手法
2. 自動運航船プロジェクト DFFASにおける導入事例
3. 脱炭素の取り組みへの展開
4. 海事産業の競争力強化のためのシミュレーション共通基盤
- 5. まとめ**

シミュレーション活用した産学共同の例 ～ノルウェー・オーレスン

- **Norwegian Maritime Competence Center (Kongsberg社他)**
- 産業がリードする、産学官の結節点。最新機器の研究開発、人材育成、ベンチャー育成にシミュレーションをはじめ最新のエンジニアリング技術を活用。
- 造船、船用、オフショアの歴史あるオーレスン地区の産学連携によるイノベーションのハブ機能を担う。



Norway, Alesund, Norwegian Maritime Competence Center (Kongsberg他)



Kongsberg(当時Rolls-Royce Marine社) シミュレーション施設



Offshore Simulation Center (OSC)

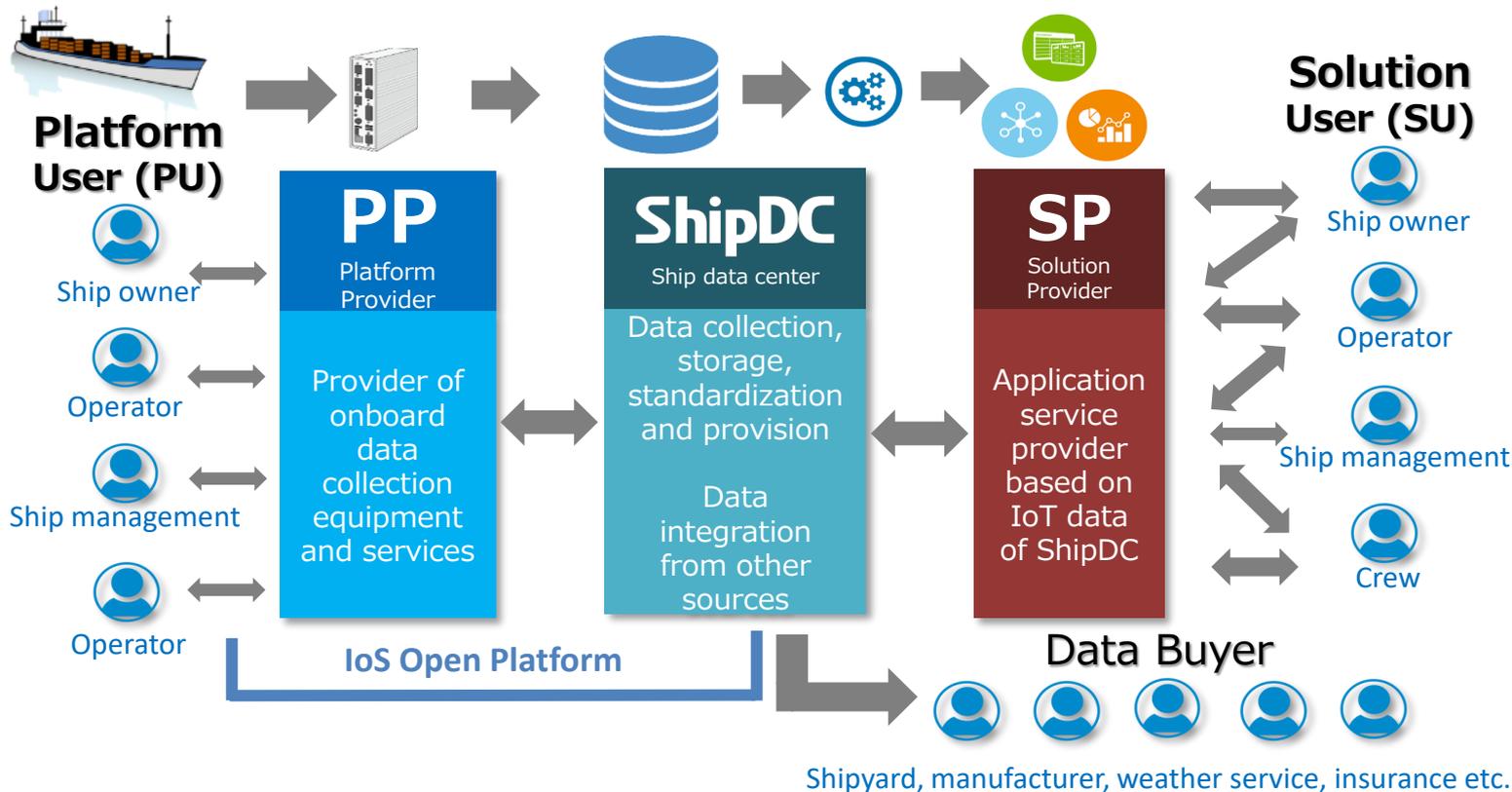
産学官の結節点。新技術開発、人材育成、新ビジネス、ベンチャー育成。これを支えるエコシステムとしての町と大学。東大社会連携講座の一つのベンチマークに。

日本がリードする船舶データ活用のエコシステム – ShipDCとIoS-OP

- ✓ データ共有に関わるステークホルダーの整理
- ✓ データオーナーシップの整理
- ✓ データ共有による不利益の抑制



秩序ある公正で公平なデータ流通を実現



日本の海事業界の連携の良さの一例。今後、脱炭素、自動運航を追求する中で、データの流通は一層重要に。データ流通の仕組みを世界に先駆けて構築できたのは画期的。この取り組みをシミュレーションモデルにも活かしたい。

まとめ

- 脱炭素船及び自動運航船の社会実装、そこでの圧倒的な生産性向上は、我が国の海事産業として解決するべき共通課題で、自動車産業で進むモデルベース開発、シミュレーション基盤などバデジタルエンジニアリングの更なる導入が必要。
- 日本財団の自動運航船プロジェクトでモデルベース開発、シミュレーション基盤を導入し、短期間で複雑なシステムの開発、統合、実証を完成させることができたことで、今後、脱炭素船に取り組む上でも、こうしたアプローチの活用の有効性が期待される。
- 我が国の海事産業がこれに取り組むために、東大に社会連携講座を立上げ、産官学の結節点として、実際の問題を解きながら合わせて人材の育成、シミュレーション共通基盤の構築を進める。