

総括 「サイバーフィジカルで切り拓く 海事業界の未来」

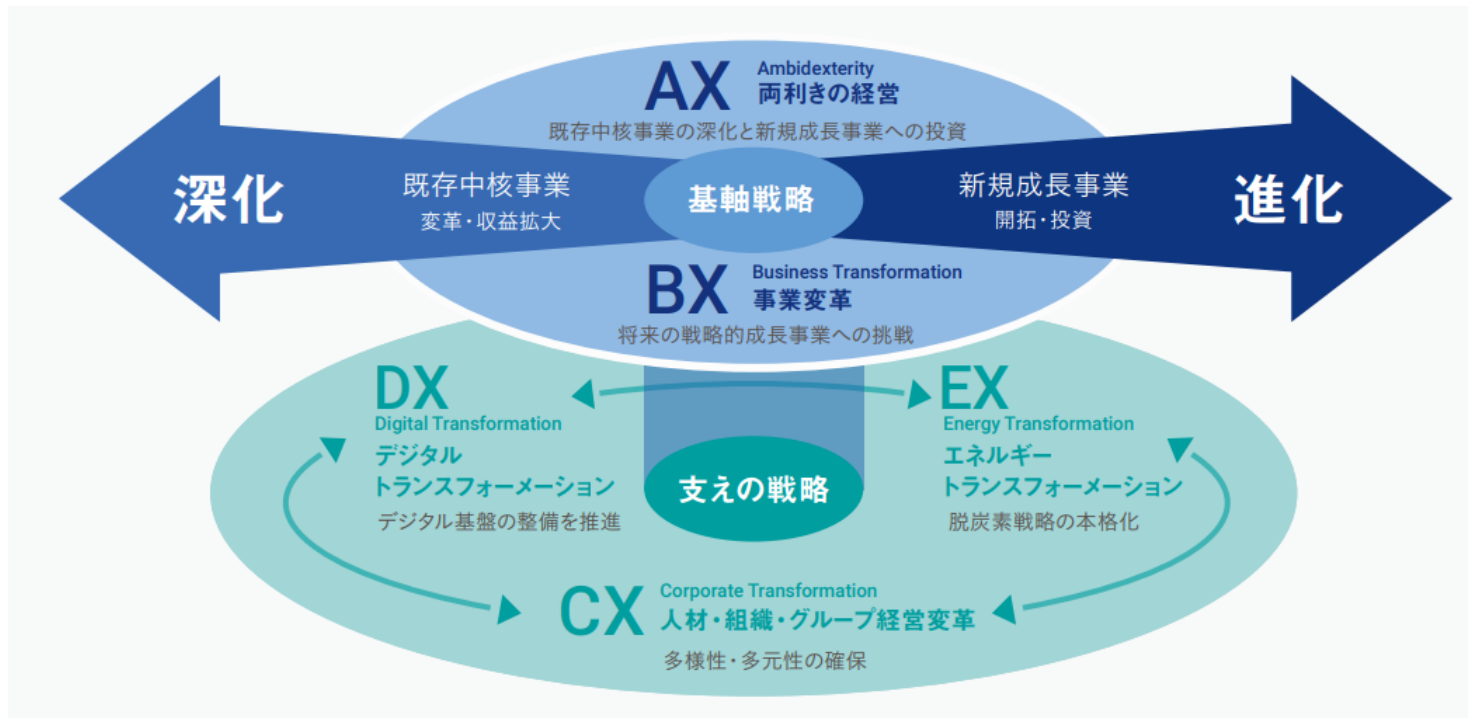
2023年12月4日

株式会社MTI 取締役

安藤 英幸

日本郵船・中期経営計画(2023~2026)とMTIにおける研究開発

中核事業と新規事業を両輪とする基軸戦略(AX、BX)と、基軸戦略を支える機能戦略(CX、DX、EX)



• MTIの主な研究開発テーマ

- NYKグループの競争力向上
- 日本海事業界の競争力向上
- + 更なる地球温暖化対策取り組み

• MTIの研究開発方針

- NYK研究開発ロードマップを策定し、中長期方向性をNYKと共有して研究開発を進める

引用) 日本郵船株式会社, NYKレポート2023

Monohakobi Techno Forum 2023

『サイバーフィジカルで切り拓く海事産業の未来』

講演

- | | |
|--|--|
| <p>1. 前田, 2050年ゼロエミッションにむけて ~ 環境規制影響と技術導入検討~</p> <p>EX</p> | <p>5. 中村, 自動運航船におけるコンセプト設計と MEGURI2040の取り組み</p> <p>DX</p> |
| <p>2. 山口, 船舶電化の進展と電力最適制御システムの構築に向けて</p> <p>EX</p> | <p>6. 菅野, 新燃料機関システムにおけるリスク管理スキーム構築の検討</p> <p>EX</p> |
| <p>3. 角田, 荒天中の船体運動と貨物拳動シミュレーション</p> <p>DX</p> | <p>7. 小知井, 船舶機関シミュレーションによる故障箇所推定手法の構築</p> <p>EX</p> |
| <p>4. 小川, 機械学習による波浪中リアルタイム船体運動予測</p> <p>DX</p> | <p>8. 橋本, サイバーセキュリティの現状 ~IACS UR E26,27の要求と、海事業界で必要とされる取り組み~</p> <p>DX</p> |

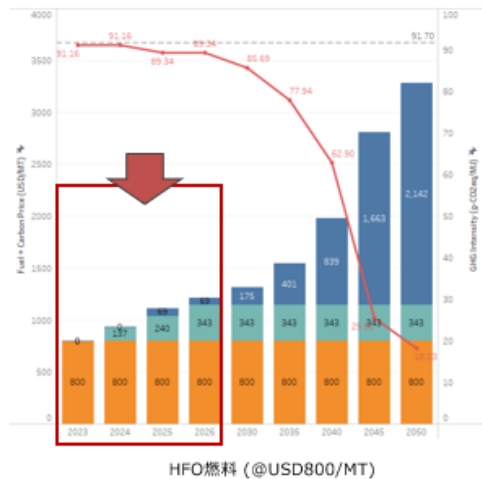
1. 前田, 2050年ゼロエミッションにむけて ～環境規制影響と技術導入検討～

Fuel EU Maritime

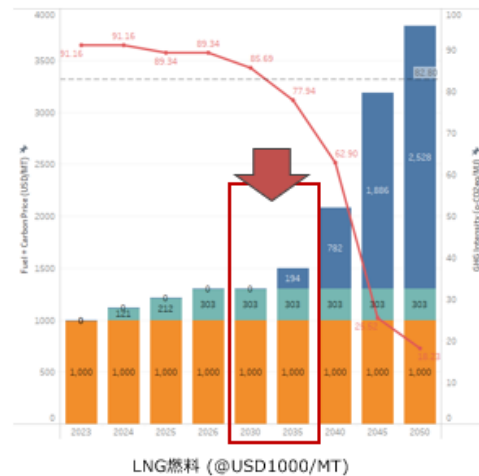
更に、HFO/LNG/NH3の各々の燃料を利用し続けるケースを比較すると、

カーボンプライシングの変化にともなって合理的な燃料油種が変化すると考えられる

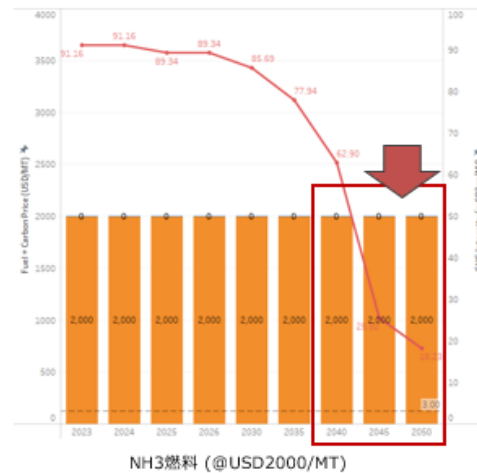
HFOを継続して利用



LNG燃料を継続して利用



NH3燃料を継続して利用



* e-Ammonia を前提

引用) 前田, 2050年ゼロエミッションに向けて ～環境規制影響と技術導入検討～, MTF2023

- EU-ETS(2024年～)、Fuel EU Maritime(2025年～)導入、段階的な規制強化が欧州で始まる。
- 船舶のゼロエミ化のためカーボンプライシング制度の導入が進むと予想される。
- 高性能船舶、低消費燃料運航の必要性が一層高まり、経済合理性のものさしも規制強化と共に段階的に変わる。
- 船舶のライフサイクルの経済合理性評価シミュレーションとデータに基づく合理的な意思決定の必要性が一層高まる。

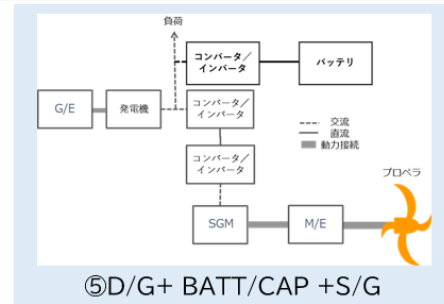
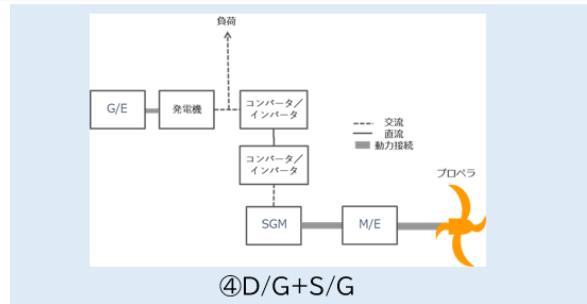
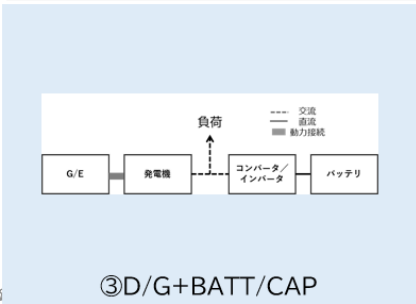
2. 山口, 船舶電化の進展と電力制御システムの構築に向けて

統合制御システム開発 - EMS

PoC2 | モデルベースによる電力システム全体最適化戦略開発

検証システム(モデル) 最適化制御+最適なH/W仕様を検討した。

No.	バリエーション	説明
①	HACHINOHE MARU オリジナル構成システム	ベースとなるモデル
②	発電機自動制御搭載システム	D/Gを燃費最良負荷で利用することを旨としたモデル
③	発電機自動制御+バッテリー搭載システム	D/Gを燃費最良負荷で利用することを旨としたモデル
④	発電機自動制御+軸発電機搭載システム	M/Eを燃費最良負荷で利用することを旨としたシステム
⑤	発電機自動制御+バッテリー+軸発電機搭載システム	D/G,M/Eを燃費最良負荷で利用することを旨としたシステム



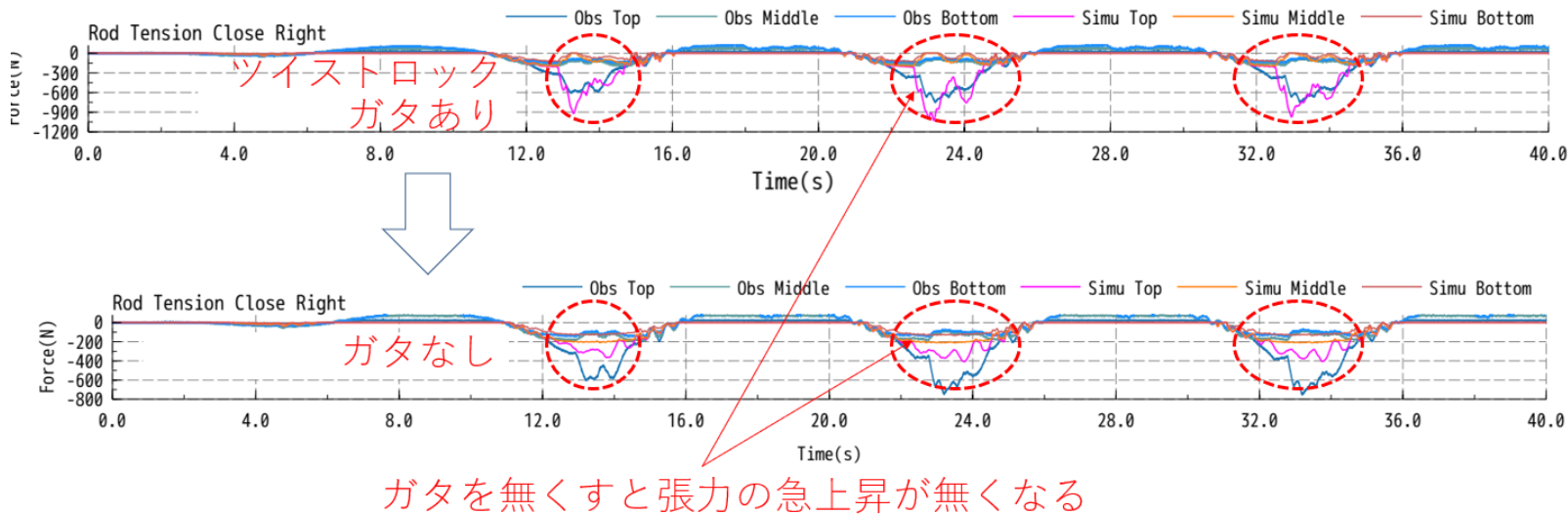
引用) 山口, 船舶電化の進展と電力制御システムの構築に向けて, MTF2023

- 船舶の電化は省エネ・安全向上・省力化の観点などから今後更なる進展が予想される。
- MTIではEMSの開発に国内外のメーカーと取り組み、電力システムの統合制御の効果・価値を確認した。
- 今後、EMSに求める各機能の標準化を協調領域として進める。
- 運航者目線の最適システム構築に向け、オペレーションノウハウの言語化、制御面への落とし込み、制御の運用自由度向上を進める。

3. 角田, 荒天中の船体運動と貨物挙動シミュレーション

③ 貨物挙動シミュレーション 物理現象の把握

- シミュレーションモデルのツイストロックのガタを無くすと、計測結果と大きく乖離することを確認 => モデルに反映させるべき物理要素

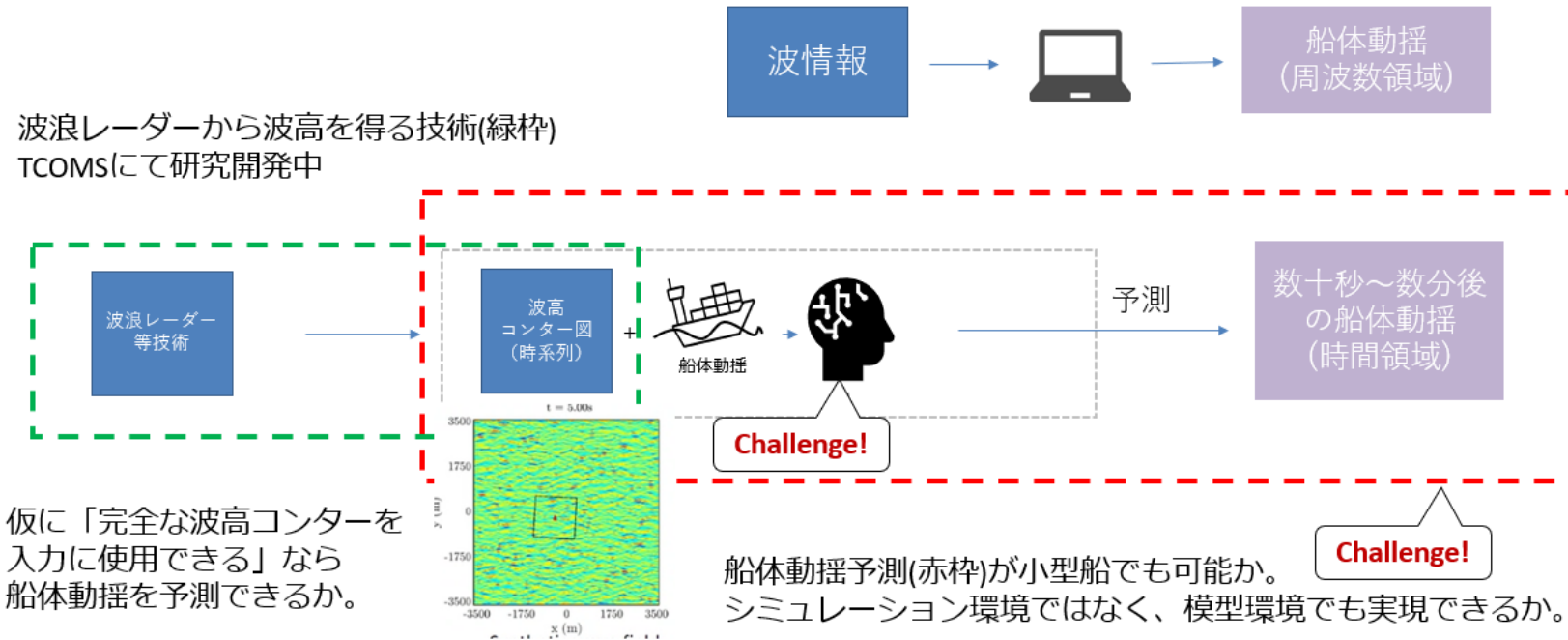


- 波浪・動揺・貨物挙動の正確な把握は安全な海上輸送に引き続き重要
- 波浪レーダー、船体動揺計測、大動揺防止装置を開発。
- 欧州MARIN TopTier JIPに参画し、シミュレーションと模型試験を担当。
- シミュレーション計算と実験の組み合わせにより、安全運航、輸送品質向上に取り組む。

引用) 角田, 荒天中の船体運動と貨物挙動シミュレーション, MTF2023

4. 小川, 機械学習による波浪中リアルタイム船体運動予測

現在研究中のトピック



- 船体動揺予測による海上作業の安全性向上。作業時のリアルタイムの船体動揺予測技術の開発。
- 数十秒～数分後の船体動揺を予測したい。
- 船体運動の計測、波浪レーダーはじめ新たな手法で周囲の波高情報を取得し、機械学習と組み合わせることで実現を目指す。
- 2023年就航のCTVで船体動揺と波浪のデータ収集を開始。2025-26年頃の動揺予測モデル搭載を目指す。

14

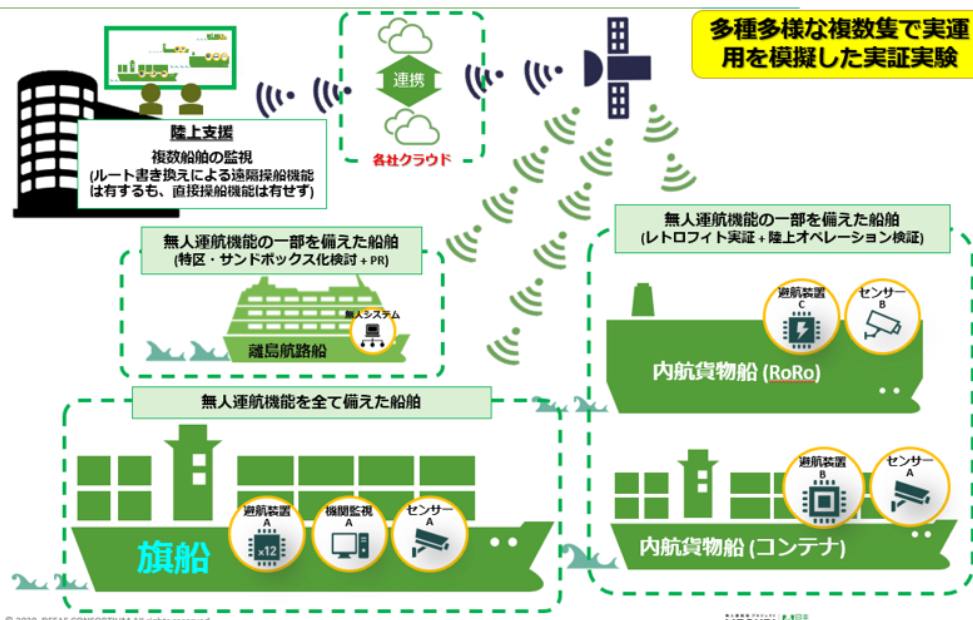
引用) 小川, 機械学習による波浪中リアルタイム船体運動予測, MTF2023

5. 中村, 自動運航船とMEGURI2040の取り組み

DFFAS+技術開発内容 (実装WG)

最先端の技術開発 (コンセプト設計 (RA) ・開発、建造管理・運用) を実施

実証WG構成



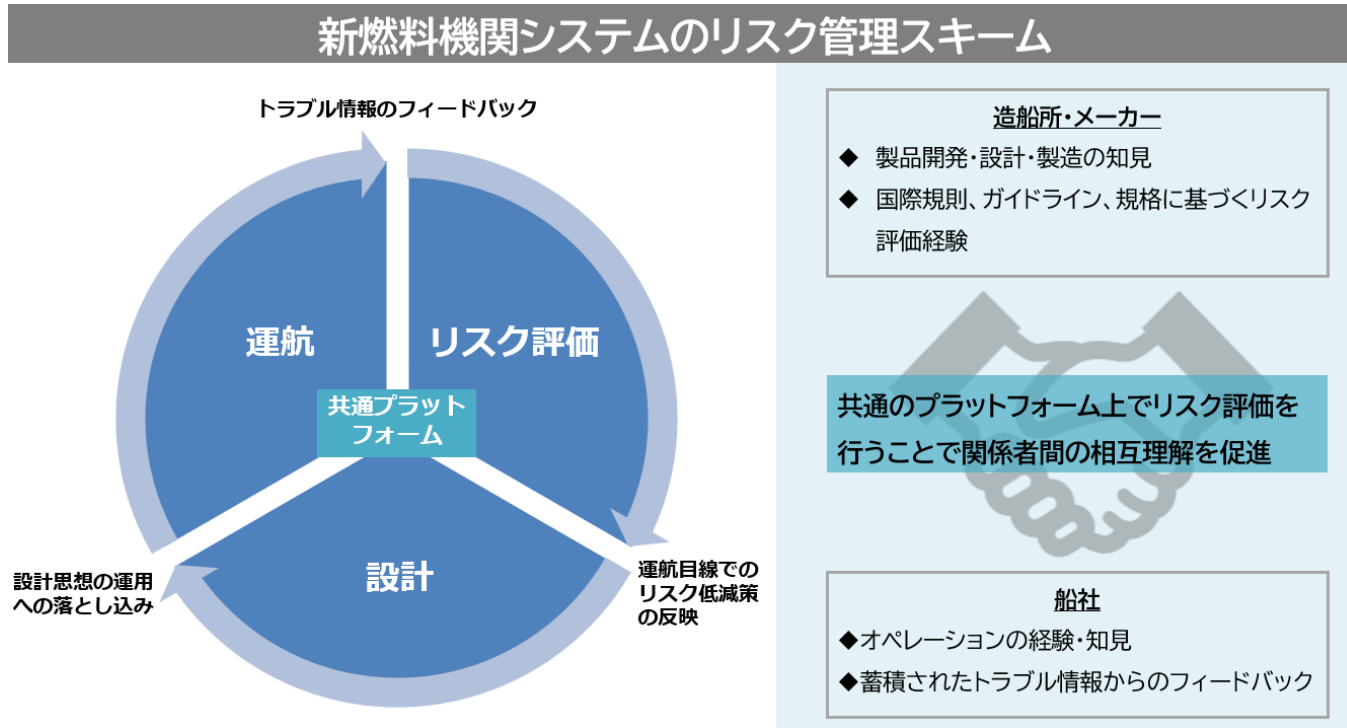
実証WG開発内容

- ①設計、リスクアセスメント
- ②センサー、センサー統合機能
- ③航海計画作成機能
- ④操船制御機能
- ⑤係船機能
- ⑥機関プラントの遠隔監視・支援機能
- ⑦船陸間通信機能
- ⑧ステータス管理、情報記録機能
- ⑨陸上支援機能

引用) 中村, 自動運航船とMEGURI2040の取り組み, MTF2023

- 自動運航船は安全性向上、船員不足対応、物流の安定を実施するための必要技術
- 自動運航船の開発・検証・運用、教育を取りまとめるシステムインテグレーション体制が必要
- MEGURI2040で日本版システムインテグレーション体制の構築に挑戦
- 安全・安定の輸送環境を提供するため自動運航船を実装していく

6. 菅野, 新燃料機関システムにおけるリスク管理スキーム構築

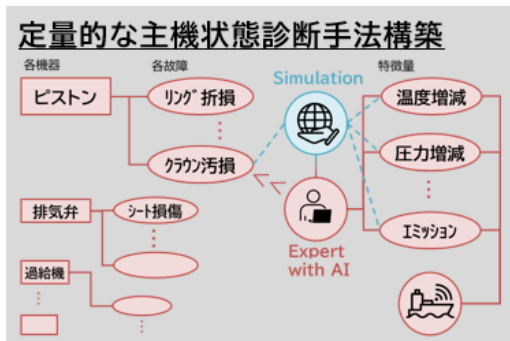


引用) 菅野, 新燃料機関システムにおけるリスク管理スキーム構築, MTF2023

- 新燃料船における機関システムの複雑化により、故障伝搬関係も複雑化
- 複雑化・高度化するシステムに対しては体系的なリスク評価手法が求められ、リスク評価ツールの導入も有効
- 今後は毒性の強いアンモニア燃料船が出てくるなど、より一層リスク評価の重要性が増す。実績・経験の無いシステムに対しては、リスク評価により万全の準備を行う必要がある
- 造船所・メーカー・船社が共同でリスク管理を行うスキーム構築が重要
- MTIとしてNYKグループ重大事故0件に貢献したい

7. 小知井, 船用機関シミュレーションによる故障箇所推定手法の構築

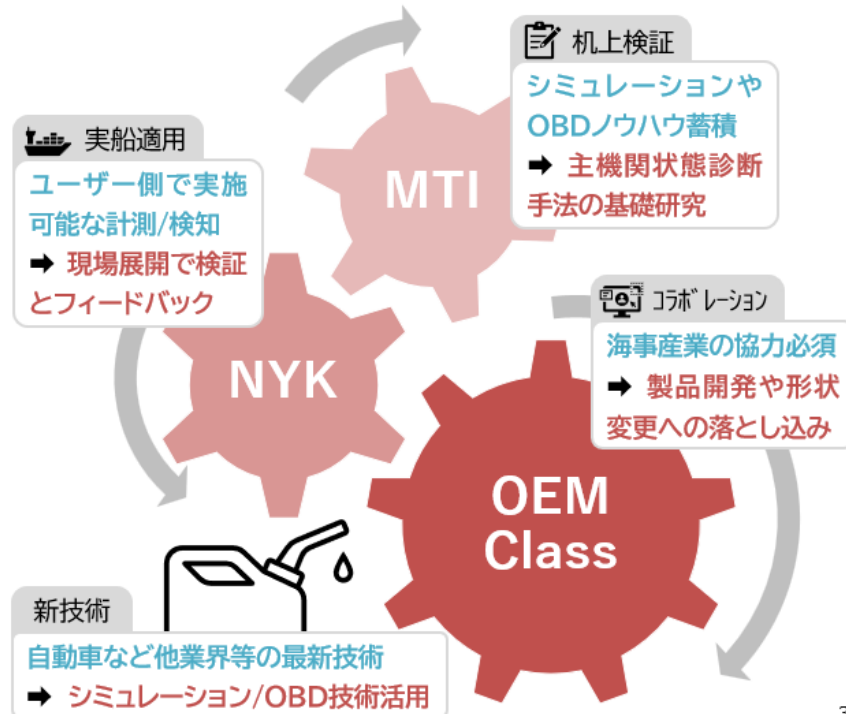
機関シミュレーションで切り拓く海事産業



主機状態把握 (= エミッション管理)

- ① 事業部のオペレーションへ展開
- ② 海事産業全体を巻き込んだ展開

+ α トヨタ等の新技術を活用する
→ 新燃料等の未知システムへ適用も



- 主機関からのエミッション管理による主機状態把握のため、トヨタ自動車殿との協力の下、シミュレーション解析とOBDノウハウを習得
- 今後の新燃料等のシステムへの適用を視野に、実施可能な計装案や検知手法を研究開発し、実船への適用を目指す。
- 更に、この先にはエンジンメーカー、船級の海事産業の協力を得て製品開発や更なる環境性能の向上を目指す。
- 今回のトヨタ自動車によるシミュレーション技術活用とのシナジー効果に見られるように、最先端の技術ノウハウを持つ国内他産業と海事業界とのコラボレーションに引き続き取り組み、技術開発を加速させたい。

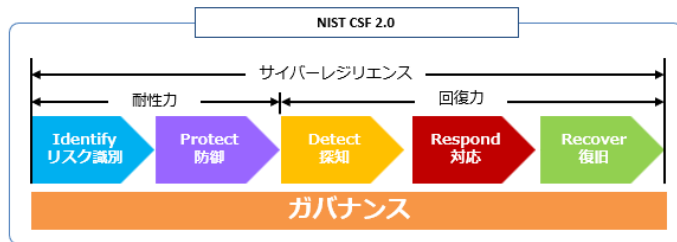
© 2023 MTI Co., Ltd. All rights reserved.

引用) 小知井, 船用機関シミュレーションによる故障箇所推定手法の構築, MTF2023

8. 橋本, 船舶のサイバーセキュリティ対策~IACS UR E26,27の要求・課題と、海事業界で必要とされる取り組み~

NYK/MTIの「サイバー攻撃に対応できる船」の考え方

- 最新のNISTフレームワークにはガバナンスが追加。
- 各機能の成果に対して、事業戦略に基づく優先順位付けをサポートするもの
 - ガバナンスにはサプライチェーンやソフトウェア開発、AIに関するリスクマネジメントフレームワークなどが参考情報として追加されている



「どんな船を作り、運用するか」に基づく就航後の行動計画の立案(ガバナンスの確立)が、CS達成目標のための**屋台骨**として重要

- 船員がサイバーセキュリティの知識を持ち、
- 適切なレジリエンス能力を持ったシステムを導入し、
- 正しくレジリエントな船/陸上支援の運用を実施して、

初めてサイバー攻撃に対応できた、といえる。



引用) 橋本,船舶のサイバーセキュリティ対策~IACS UR E26,27の要求・課題と、海事業界で必要とされる取り組み, MTF2023

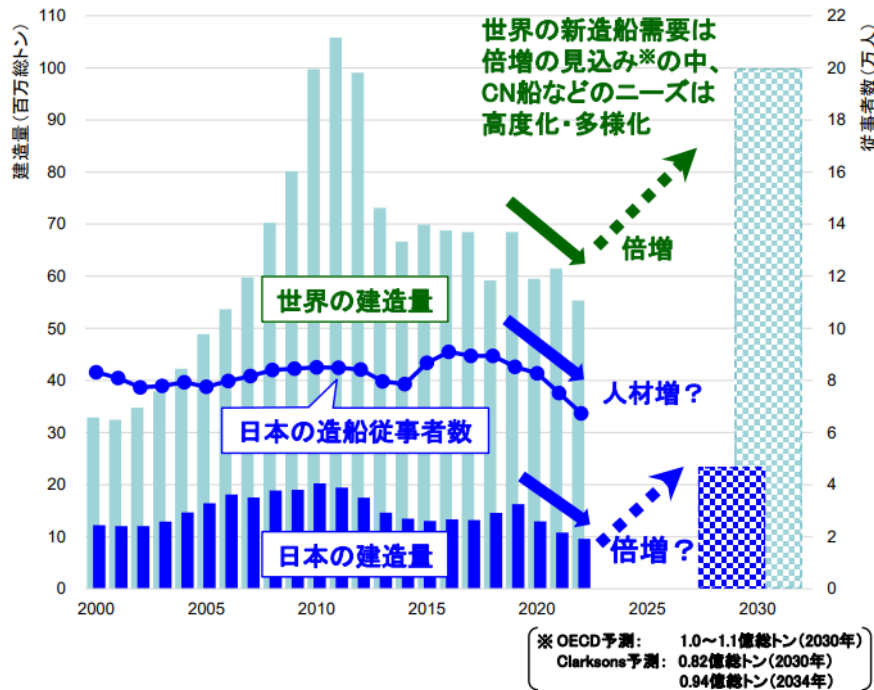
- 2024/7/1以降に建造契約する船舶について、サイバー耐性の強化のため UR E26とE27の適用が決定。
- E26はNISTフレームワークに基づくガイドライン。E27は搭載システムへの技術要件。
- E26で想定される対策シナリオをベースに機器側の対応要否をメーカー側でE27に基づく対策を実施。
- NYK/MTIでは、様々な船級、研究機関と連携し、総合的なCRガイドライン策定を予定。
- スマナビ研において、海事業界と共にIACS URE26, 27対応、トレーニングプログラムの構築に取り組む。

海事業界のおかれる状況

造船市場の動向と今後の課題

国土交通省

- 世界的に新造船需要低迷が長期化する中、中韓との熾烈な価格競争で**人材を含めた技術・生産基盤は脆弱化**
- 今後、新造船需要の回復局面で**2030年代の需要は倍増**すると見込まれる一方、人材確保は困難な状況
- CN・自動運航などの**新技術への対応力を強化**しつつ、経済安保を支える**船舶の供給基盤の強化**が喫緊の課題



国交省, 船舶産業の変革実現のための検討会(令和5年5月30日)
資料6 「議論のポイント」

検討の柱

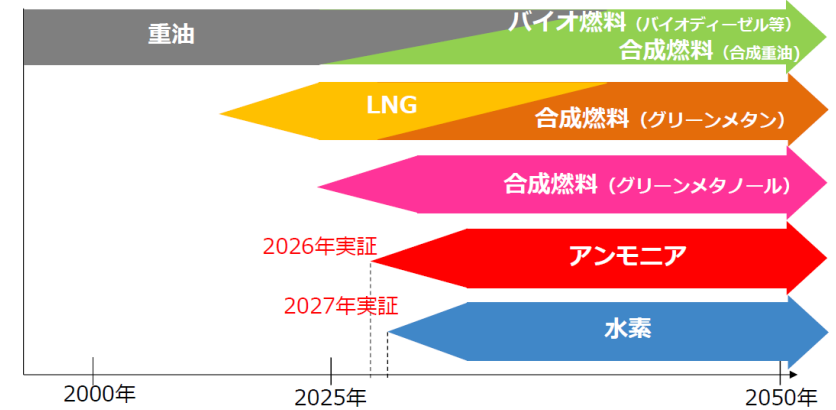
- 将来のニーズの変化
- 供給体制の確保
- 人材の確保

検討の切り口

- デジタル技術の活用
- 連携のあり方

1

代替燃料・自動運航など新技術への対応力を強化し、高い生産性で、今後の世界的な船舶需要増大の中で優位な建造量・シェアを獲得する、魅力ある産業への転換
→ デジタルエンジニアリングの活用と言う打ち手



国交省, 船舶産業の変革実現のための検討会(令和5年5月30日)
資料4 「将来の新造船ニーズの分析」

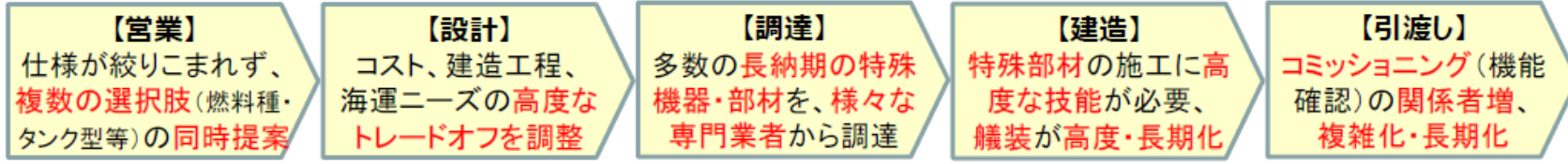
検討会の論点

- ① 将来の船舶ニーズと建造需要量の変化?(その中での日本の建造量とシェア?)
- ② 多様化・複雑化する次世代船舶のニーズに対して求められる対応は?
- ③ ニーズに対応した船舶の供給体制は?
- ④ 他産業との人材獲得競争の中で、働き手に定着してもらうには?

ガス燃料船への転換により想定される建造への影響

引用)国交省, 船舶産業の変革実現のための検討会(令和5年5月30日) 資料4「将来の新造船ニーズの分析」

- 重油燃料と異なり「低温／高圧」、「揮発性、可燃性／毒性」、「腐食性」等のため、「**エンジン**」、「**タンク**」、「**燃料供給システム**」、「**配管系統**」等が特殊となり、船舶の**設計・調達・施工のすべてが高度化・複雑化**



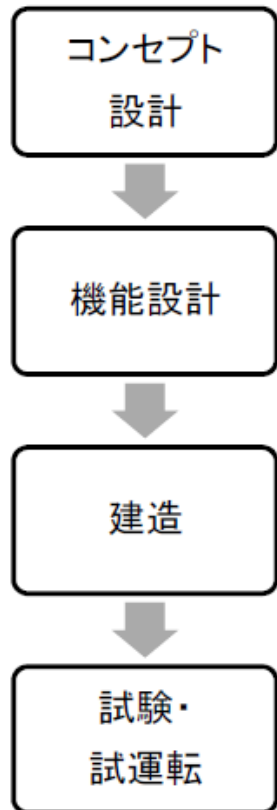
	船用事業者	造船事業者
エンジン	<ul style="list-style-type: none"> ● 二元燃料では出荷前試験が約2倍に長期化 ● アンモニアの毒性やガスリークなどに対応した防爆・排気処理の追加装備が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際ルール等に基づき設計が複雑化 <ul style="list-style-type: none"> ・ 機関室や配管の通る区画のガス検知など安全確保 ・ 燃料系統の多重化 ・ 燃料漏洩時等の非常時対策 等 ● 設備機器構成や配管・配線が複雑化し、艙装・コミショニングが長期化、調整を要する関係者が増加
燃料供給システム、配管・配線系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 設計に材料等を含む多角的かつ高度な専門知識が必要 ● 低温等に対応した技術力を有するメーカーのエンジニアリング支援・調達が必須。一部機器は海外依存し、長納期 ● 耐低温など材料に応じた施工技術が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ● コストや建造工程、海運ニーズのトレードオフを踏まえた高度な設計 <ul style="list-style-type: none"> ・ タンクや関連機器等が貨物スペースを圧迫(標準部品による低コスト化と貨物積載量のバランス) ・ タンク支持部の構造強度や防火設計、換気・漏洩検知、気化ガスのハンドリングを含む艙装設計など
タンク	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造リードタイムが超長期(現状LNG燃料タンクは1.5年/タンク) ● 施工に特殊な技術と設備が必要 ● 特殊材料のハンドリングを含む高度な品質管理(全溶接線のX線検査など) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 調達に長期間かかり、設置に高いクレーン能力が必要 ● 防蝕や防熱に専門の施工技術を要する加工が必要 ● メンブレンタンクは船体と並行建造できずドック長期化
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● 専門性をもって造船や海運にコンセプト提案・機器等提供するシステムインテグレーターのニーズの高まり 	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃料が確定せず複数選択肢の同時検討が要求される ● 運航条件等により機器構成が変化し調整要素増加(再液化装置の有無等) ● 機器等の調達が小口・専門化、リードタイムが長期化

- 基本的には、何れの影響についても、その対策のためにMBD, MBSEの活用を検討すべき。
- 今後、他産業の事例からも学びながら、課題解決のための具体的な研究を進める。

自動運航、遠隔制御等の実装により想定される設計・建造への影響

引用)国交省, 船舶産業の変革実現のための検討会(令和5年5月30日) 資料4「将来の新造船ニーズの分析」

自動運航や遠隔制御等を実装するためには、従来はなかった機能の設計と検証が必要となるため、**設計、建造、試験・試運転のすべてが長期化・複雑化する。これを統合的に扱う人材も必要。**



- 想定する運航環境下における実現性の検討・検証を行う必要があるため、**長期化・複雑化**
- 船主・海運事業者・造船事業者・船用事業者による**調整時間の増加**
- 運航時に求められる要件等に関する知識を有する**人材が必要**

- 中央システムと情報収集装置(カメラ、センサー等)、船体制御系機器(操舵装置、推進装置等)との機能的な接続を構築する必要があり、**長期化・複雑化**

- 船員が行う操作を代替するための電動化の増加、システム間の配線の増加等により、**艙装が複雑化**

- システム間の接続・連携を保証するための**試験プロセスの増加・長期化**
- 試運転の**長期化・複雑化**
- システムの健全性を検証することのできる**人材が必要**

- 自動運航については、既にMEGURI2040でMBD, MBSEの有効性を確認済み。
- 今後、MEGURI2040の第2ステージで更にMBD, MBSEの活用をブラッシュアップし、規格化の動きとの連携を進める。

まとめ 「サイバーフィジカルで切り拓く海事産業の未来」

- 昨今のMTIの研究活動は、NYK全体の取り組みの中に広く組み込まれ、また、海事業界全体の取り組みの中に広く組み込まれるようになりつつある。
- 海事業界が置かれた状況の中で、代替燃料や自動運航など新技術に対応出来るよう、デジタルエンジニアリングの活用による貢献を目指す。
- サイバーフィジカルは、シミュレーションと現実のデータを組み合わせ、最適化やコスト低減を実現するための技術で、日本の産業が高めるべき技術力。
- サイバーフィジカルを活用し、パートナーの皆さまと共に、日本の海事産業の中長期的な競争力の維持強化に取り組む。

ご清聴どうもありがとうございました。