



連携型省エネ船 コンセプトのご紹介

『普及型EV貨物船』

(株)e5ラボ

技術担当 土屋岳彦

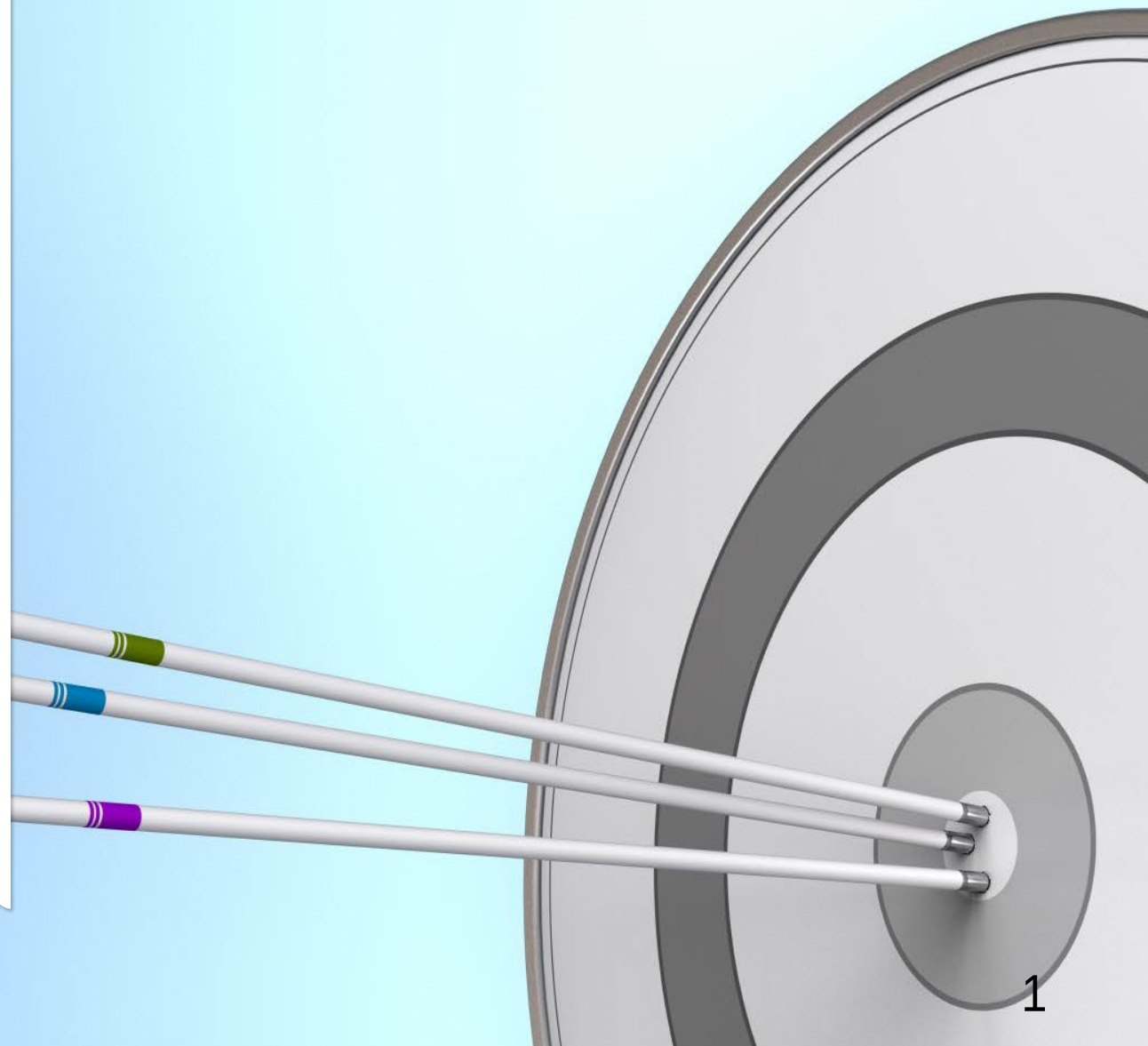




**1. 普及型EV貨物船の
コンセプト
(連携型省エネ船)**

2. 「あすか」の建造

**3. まとめ
(EV船がもたらす世界)**





1. 普及型EV貨物船の コンセプト (連携型省エネ船)

「どのように？」
計画されたのか





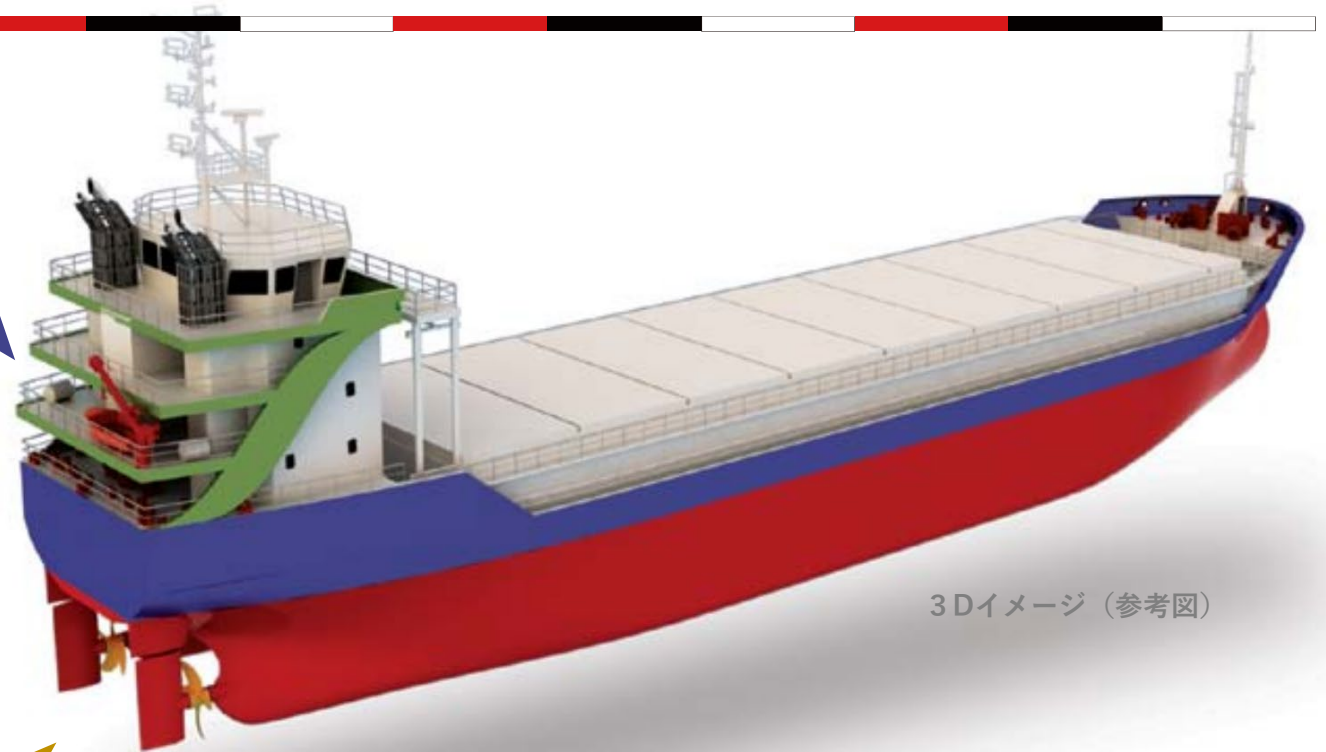
普及型EV貨物船のコンセプト

特徴／基本スペック

- ・ 499総トン型 一般貨物船
- ・ LOA: 69.9m x B: 12.0m x D: 6.91/4.04m
- ・ D/W: 1,600トン
- ・ 満載航海速力: 11.0ノット
- ・ 完全電気推進、ゼロエミモード搭載
- ・ ツインスケグによる燃費効率の大幅向上
- ・ 2軸+バウスラストで操船性向上

電気スペック

- ・ 推進機: PMモーター360kW x 2基 (FPP)
- ・ 発電機: 500kW x 2台
- ・ バッテリー容量: 441kWh (港内ゼロエミ用)
- ・ DCグリッド (省スペースMicroGrid採用)
- ・ 発電機と電池の同時利用可能
- ・ 外部給電対応
- ・ 機関部職員: 1名での対応可



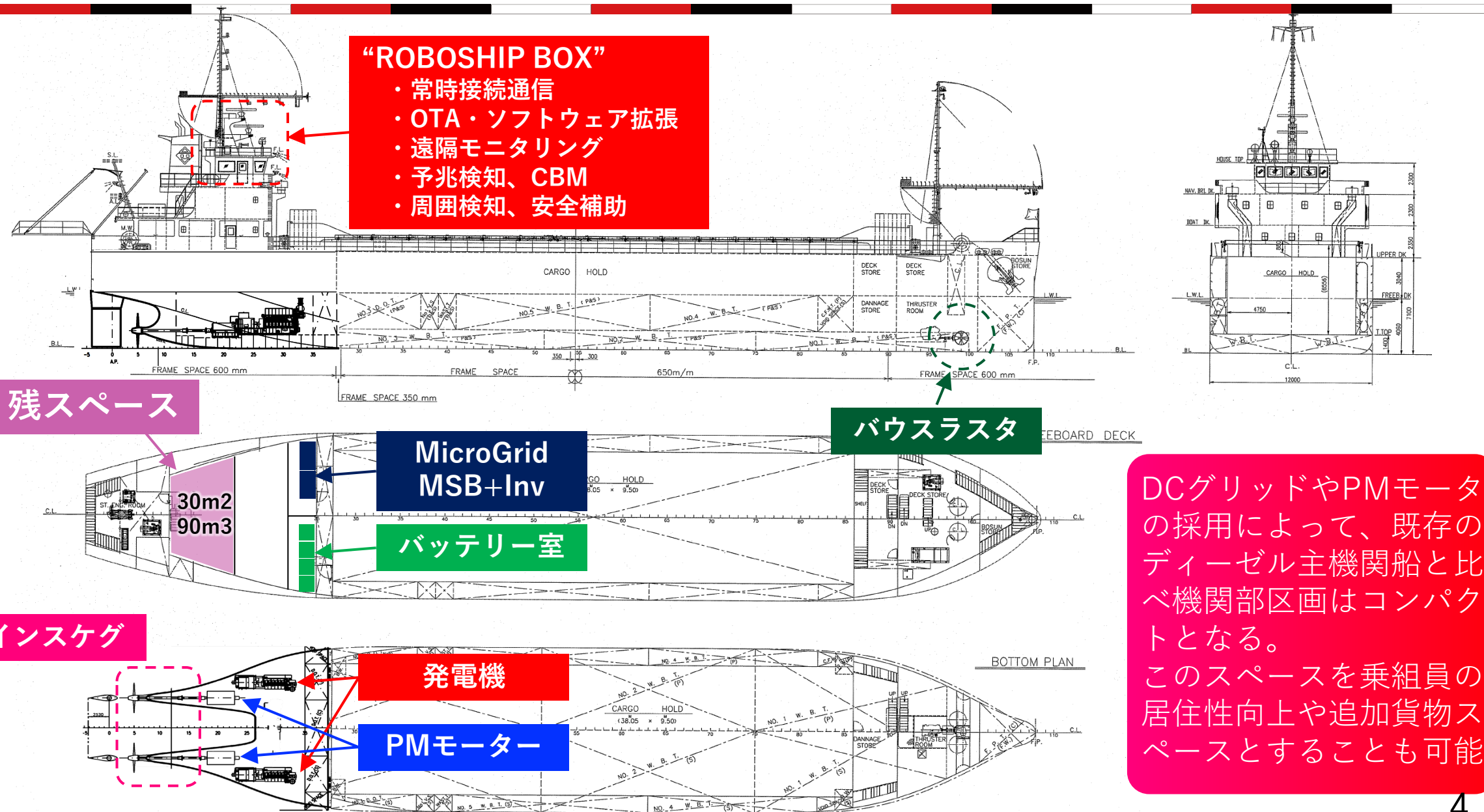
3Dイメージ (参考図)

拡張機能

- ・ ソフトウェア拡張機能(OTA)搭載
- ・ 高速常時通信システム搭載、遠隔対応
- ・ 周囲監視警戒機能搭載
- ・ 騒音・振動の大幅削減による居住快適性向上
- ・ 機関部スペース削減による居住区画拡大
- ・ 低環境負荷エンジンへの換装ready (将来の完全ゼロエミ化)



普及型EV貨物船のコンセプト



DCグリッドやPMモータの採用によって、既存のディーゼル主機関船と比べ機関部区画はコンパクトとなる。
このスペースを乗組員の居住性向上や追加貨物スペースとすることも可能

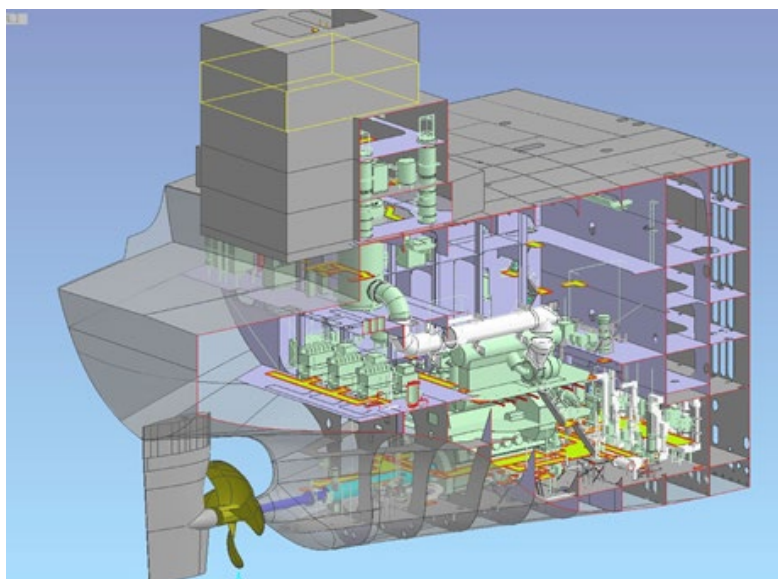
※仕様の詳細は変更する可能性があります。



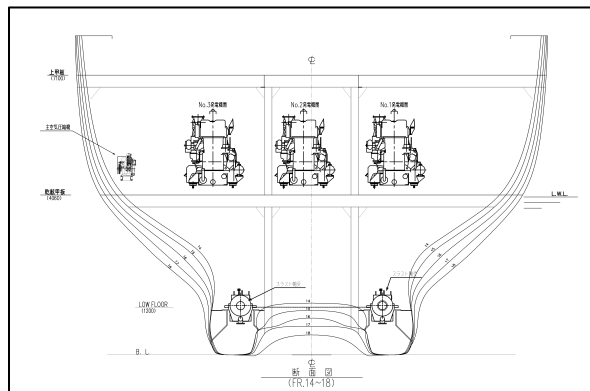
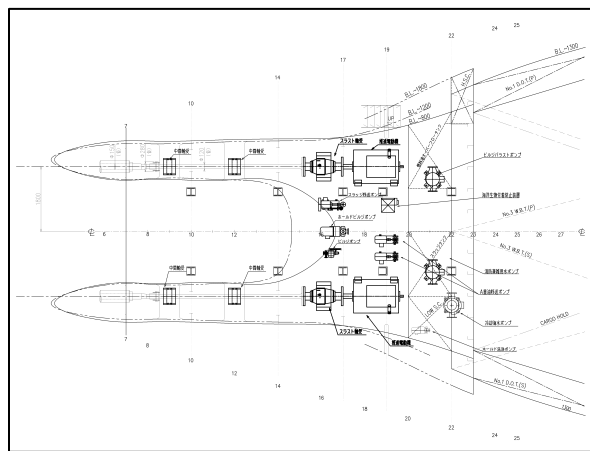
普及型EV貨物船の特徴：その1 普及型ハイブリッド推進システム

普及型ハイブリッド推進システムを3次元空間設計技術、CFD(数値流体力学)を活用し、高性能ツインスケグ船型にインテグレートすることで高い推進性能及び操船性能を実現

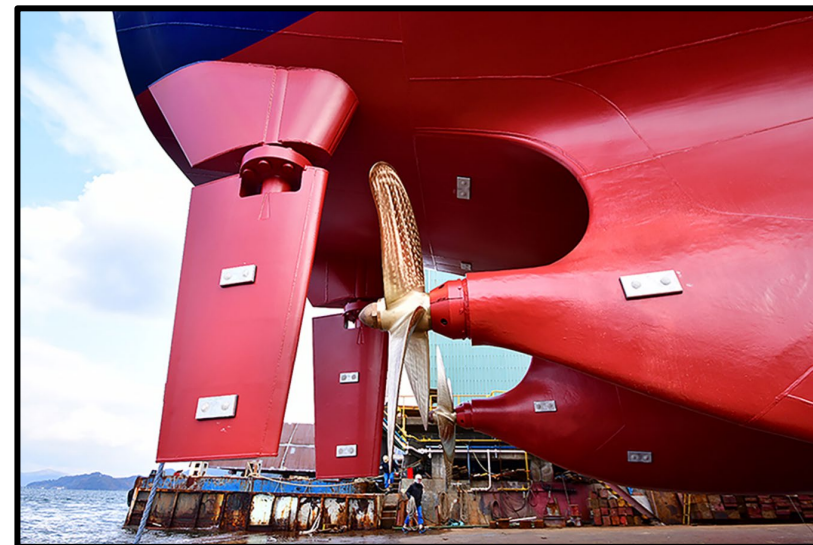
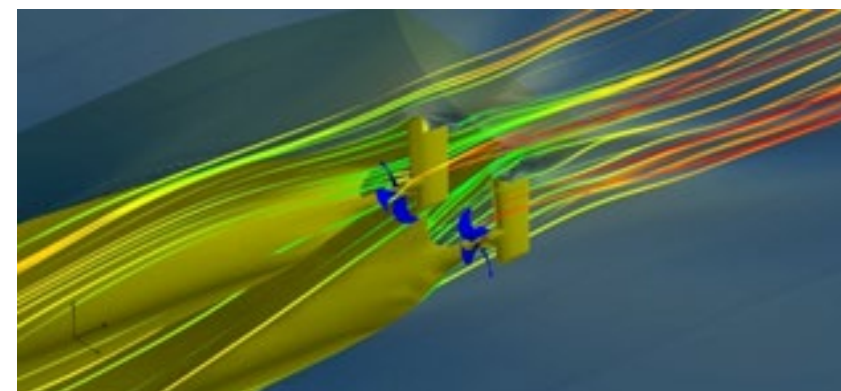
3次元空間配置設計技術による
機関室コンパクト化



普及型ハイブリッド推進システムを
高性能ツインスケグ船型にインテグレート



CFD(数値流体力学)による
船型最適化





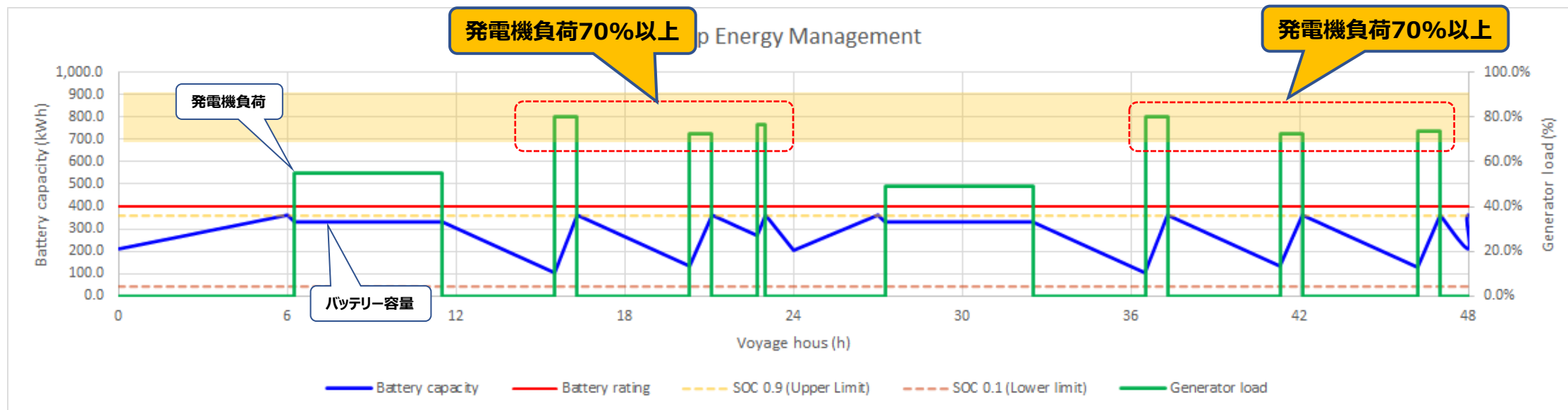
普及型EV貨物船の特徴：

その2 Ship Energy Management System (SEMS)

Ship Energy Management System (SEMS)とは、発電機、バッテリー、推進モータ等で構成されるパワートレインを一元管理するシステムで、**運航状態に応じて発電機による発電とバッテリーの放充電を最適に組み合わせたオペレーションを実現**することができる。

待機時はバッテリーにて電力を供給し、バッテリーの容量が不足する場合は、**負荷70%以上の高い効率で発電機を運転して充電を行うことができる。**

陸電供給設備があるバースでは、**荷役時の電力を陸電にて供給すると同時に、バッテリーの充電を行う。**



普及型EV貨物船の特徴：その3 港内ゼロエミ

港内ゼロエミオペレーションのイメージ

green

本船は、大容量バッテリーとディーゼル発電機を用いたハイブリッド仕様の**ゼロエミッション船**である。

搭載されたバッテリーからの給電によるモーター駆動によって、港への着岸まで間においてゼロ・エミッション航行可能となる。

右図、六甲及び相生への入港に際し、搭載するバッテリー容量によっては、ゼロエミッション航行も可能である。



航行海域

港境界

港内

港境界

航行海域

発電機/バッテリーを用いた
ディーゼルハイブリッド
による運用

バッテリーからの
給電による航
行・着岸操船

バッテリー給電
または
陸上給電による
ゼロエミッション

バッテリーからの
給電による航
行・離岸操船

発電機/バッテリーを用いた
ディーゼルハイブリッド
による運用

完全ゼロ・エミッションの達成



普及型EV貨物船の特徴：その4 MicroGridの採用

2.2 x 0.8 x 1.3mの箱の中に全てを詰め込んだ魔法の箱

MicroGrid (DCグリッド + 高効率水冷インバータ) は、**これまでの船用電気機器の常識の全てを覆す**、EV船のコアドライブである。



DC Gridの採用

- ・ 高効率
- ・ 小型・軽量化
- ・ 部品点数削減
- ・ 信頼性向上
- ・ 保守性向上



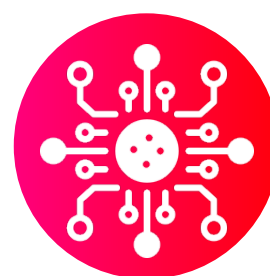
モジュール化

- ・ 船主利便性
- ・ 造船所利便性
- ・ システムインテグレーションリ
スク最小化
- ・ メンテ容易性



標準化

- ・ コスト大幅減
- ・ 信頼性大幅増
- ・ 教育の容易性
- ・ 多大な開発コスト負担力増
- ・ 保守サービスの長期信頼性増

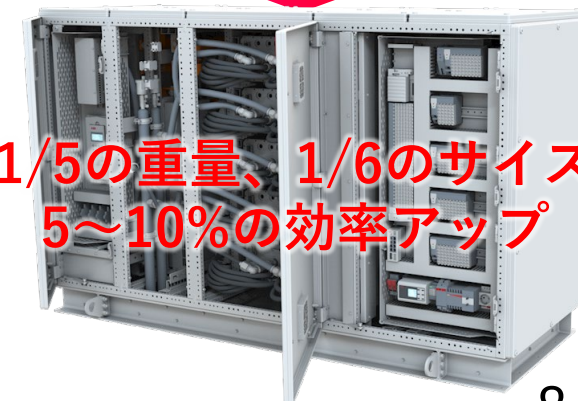


デジタル化

- ・ 遠隔監視・操作
- ・ 船員負荷大幅減
- ・ 運用効率向上
- ・ 安全性向上
- ・ 信頼性向上
- ・ 保守性向上

MicroGrid

MSB、インバータ、充放電盤といった全ての電気機器をモジュール化・標準化・IoT化し、小さな箱にしたもの



**1/5の重量、1/6のサイズ
5~10%の効率アップ**

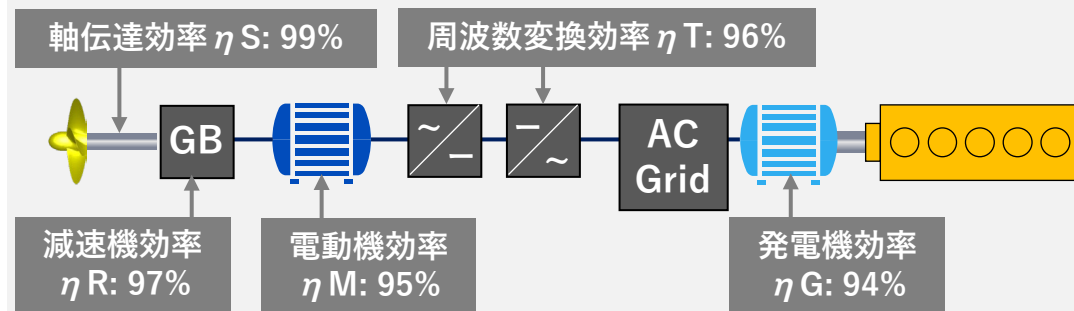
これからのEV船はDC=直流の時代

圧倒的な効率の良さ：DC(直流)グリッドでAC(交流)で10%の向上

普及型EV貨物船のパワートレインは、世界最先端の**MicroGrid**と**PMモーター**の採用により、一般的な同等電気船と比較して**電気効率だけで10%前後の効率アップ**。

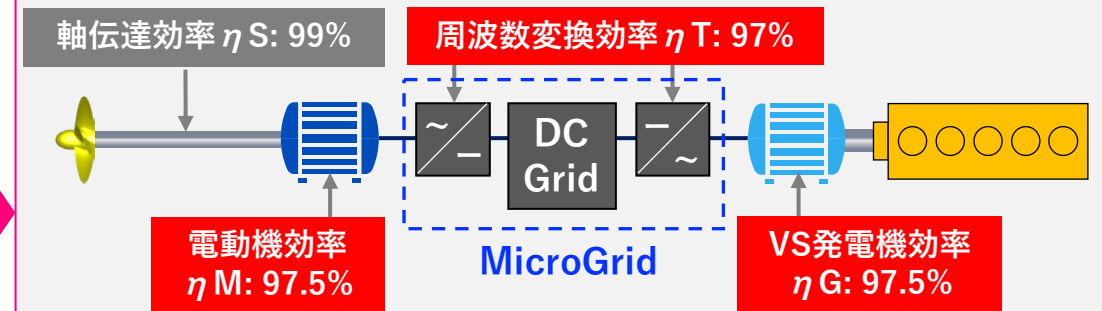
DC Gridの採用により、**周波数（回転数）に依らない最適負荷で発電機を運転（VS：Variable Speed）**できるため、**発電機効率も大幅に向上**する。

一般的な電気推進船（AC）



$$\begin{aligned}\text{伝達効率 } \eta &= \eta_S \times \eta_R \times \eta_M \times \eta_T \times \eta_G \\ &= 0.99 \times 0.97 \times 0.95 \times 0.96 \times 0.94 = \boxed{0.823}\end{aligned}$$

ROBOSHIP EV船（DC）



$$\begin{aligned}\text{伝達効率 } \eta &= \eta_S \times \eta_M \times \eta_T \times \eta_G \\ &= 0.99 \times 0.975 \times 0.97 \times 0.975 = \boxed{0.913}\end{aligned}$$

AC(交流)ベースの電気船と比べて、およそ10%前後の効率アップ！！



2. 普及型EV貨物船の建造

「どのような船か？」



普及型EV貨物船の概要

- 「あすか」2023年7月 相生－神戸間に就航



デザイン・建造・機器・システム	所掌
コンセプトデザイン	三菱造船(株)
建造造船所	本田重工業(株)
システムインテグレータ	(株)IHI原動機
DCグリッド・発電機・主配電盤・推進電動機	ABB
発電機用原動機	(株)IHI原動機
バッテリー	Corvus Energy
企画	(株)e5ラボ・Marindows(株)

要目	数値等
船種	一般貨物船
航行区域	沿海区域(非国際)
船級	NK
総トン数(トン)	496
全長(m)	71.89
型幅(m)	12.00
型深さ(m)	6.91/4.04 ₁₁



普及型EV貨物船の概要 航海計器

パノラマビューカメラ



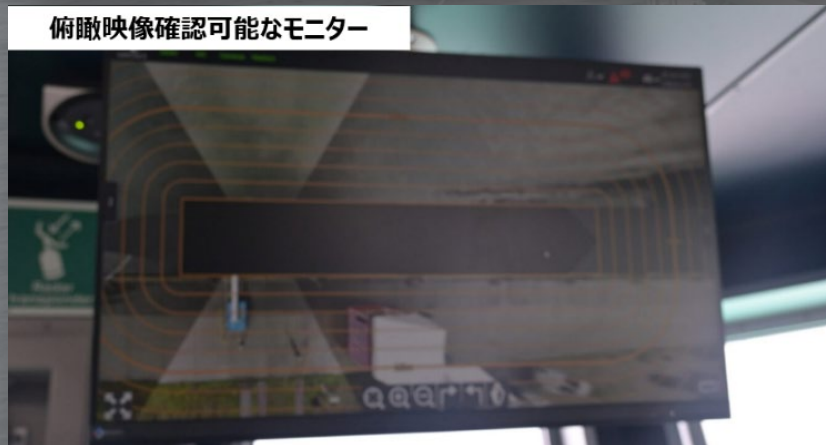
ナビコ



ジョイスティック



俯瞰映像確認可能なモニター



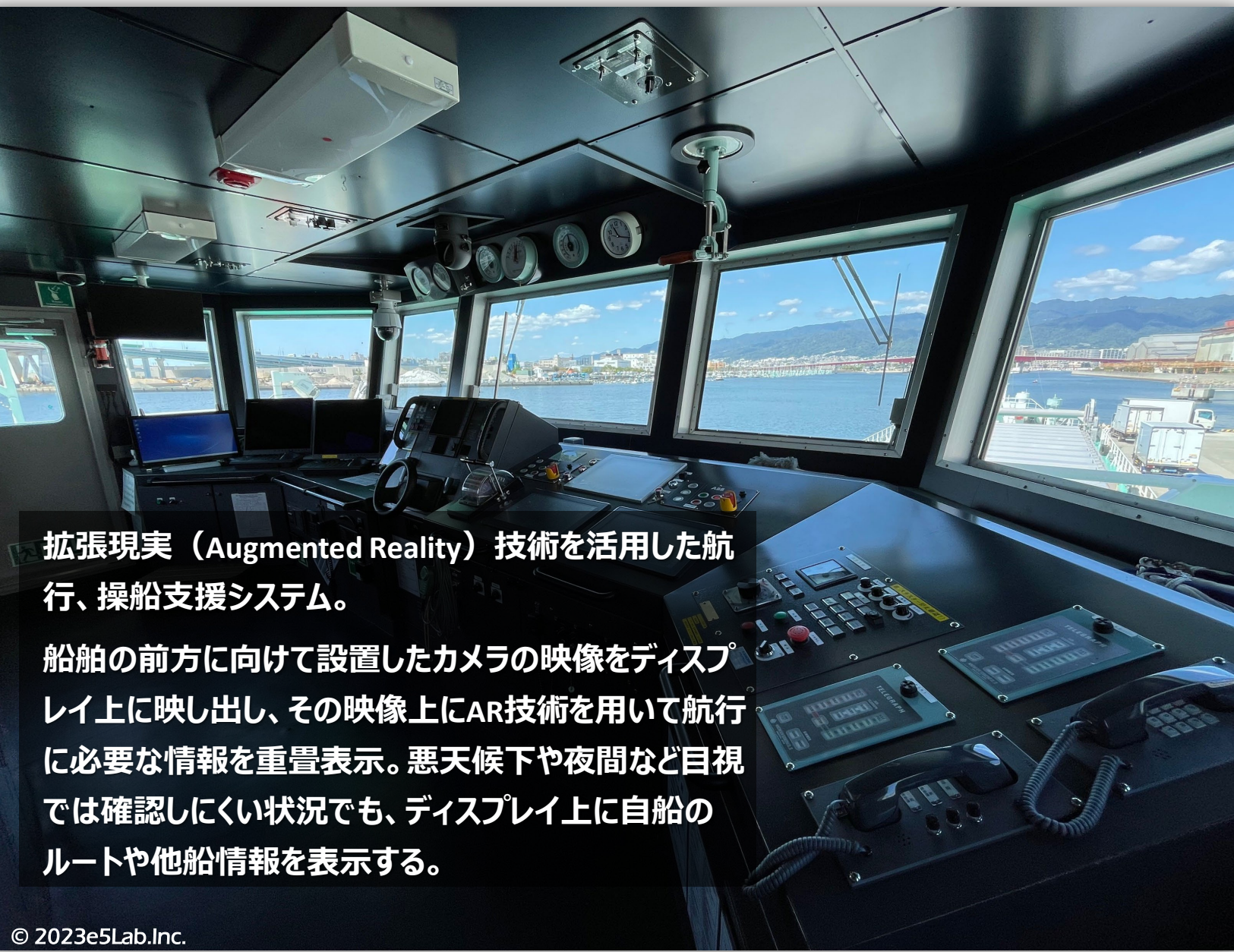
ブリッジの両舷にパノラマビューカメラが設置されており、本船周辺のリアルタイムの状況を俯瞰して映すことが可能。

MSB社のSuper Bridge-Xの技術を活用し、タブレット端末で航路計画等の作業ができる新システム「ナビコ」をパイロット導入写真はECDISの画面。

ジョイスティックにより離着桟時の細かい制御を可能とし、船首尾方向・横方向だけでなく旋回を含む柔軟な取り回しを実現。



普及型EV貨物船の概要 航海計器



拡張現実（Augmented Reality）技術を活用した航行、操船支援システム。

船舶の前方に向けて設置したカメラの映像をディスプレイ上に映し出し、その映像上にAR技術を用いて航行に必要な情報を重畳表示。悪天候下や夜間など目視では確認しにくい状況でも、ディスプレイ上に自船のルートや他船情報を表示する。





普及型EV貨物船の概要 パワートレイン

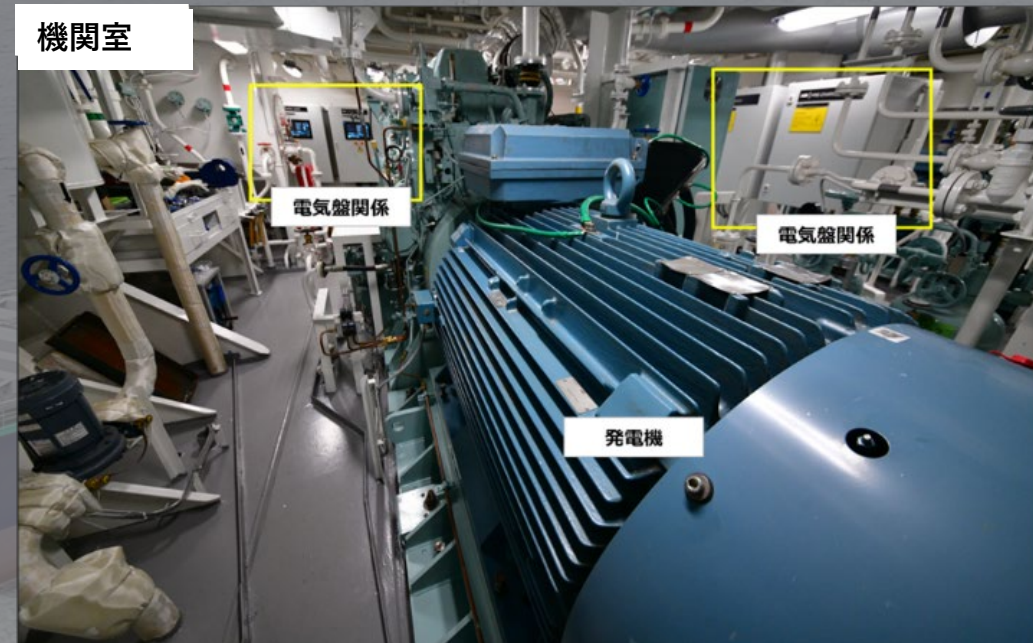
バッテリールーム



PMモーター



機関室



発電した余剰電力の蓄電、一時的な高電力需要時の給電等発電機とバッテリーを効率よく並行して利用することで燃料削減を実現

離着桟時はバッテリーのみで運転することで、港内ゼロエミが可能

推進装置のPMモーター（永久磁石モーター）は360kW×2基

省スペースであることが特徴

機関室の様子

発電機、OMD（Onboard Micro Device, 主配電盤）を同室に設置することでコンパクトにまとまっている。



普及型EV貨物船の概要 パワートレイン



機関室下段：概観



普及型EV貨物船の概要 パワートレイン



機関室下段：推進電動機 PMモーター 360kW × 226min-1 × 2基



普及型EV貨物船の概要 パワートレイン



機関室上段：配電システム



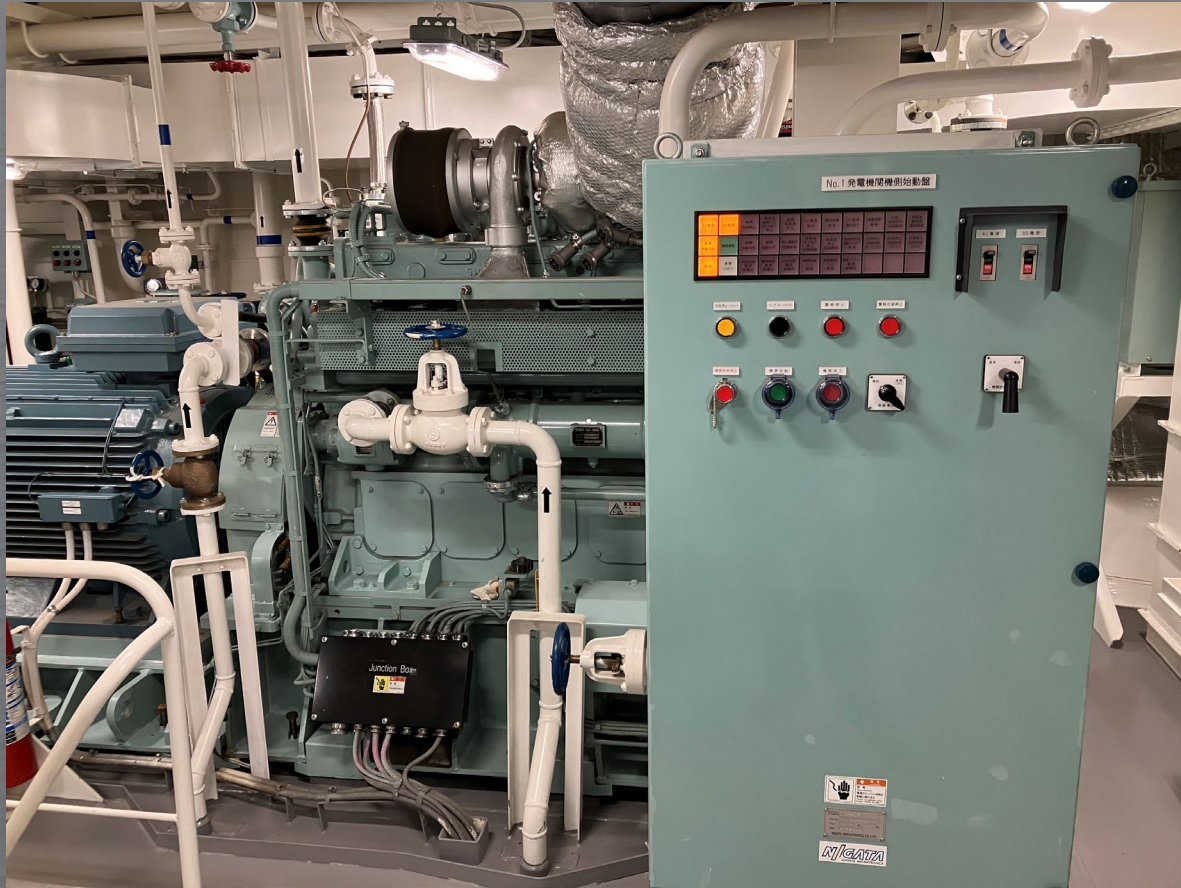
普及型EV貨物船の概要 パワートレイン



機関室上段：DCグリッド



普及型EV貨物船の概要 パワートレイン



機関室上段：発電機および原動機周辺

原動機	(株)IHI原動機	6NSDL-G	529kW×1200min-1	×2基
発電機		M3BP400LKC6	500kW×1200min-1	×2基



まとめ (EV船がもたらす世界)



将来的には**完全ゼロエミ**へ

まずは『**いますぐできる**限定海域でのゼロエミ』 ➡ 完全ゼロエミレディ
技術とコストが整った時点で**“発電機”だけ換えれば**『完全ゼロエミ』へ

フェーズ1
港内・湾内ゼロエミ

今すぐ
建造可能



環境性能



フェーズ2
領海内ゼロエミ

2025
~2030

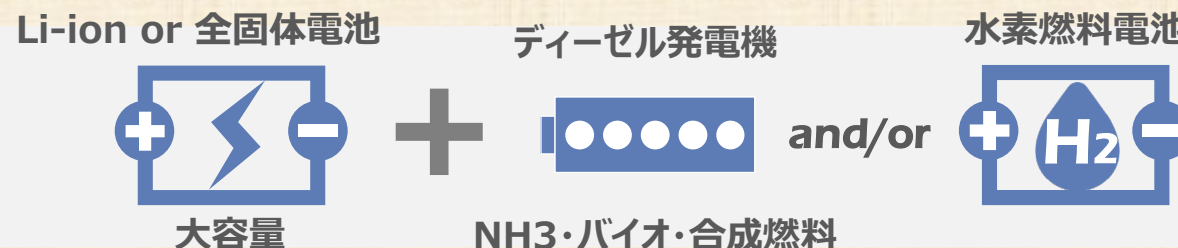


環境性能



フェーズ3
完全ゼロエミ

2030~



環境性能





乗組員のメンタルヘルス効果

- 内航、外航、練習船を比較した高ストレス者の割合では、内航の割合が最も高く、その中でも10～20代の船員の高ストレス者の割合が高く（20.9%）また、陸上平均（13.6%）と比較しても、高ストレス者の割合が高い。（16.1%）
- 仕事の内容では、陸上と比較して船員の仕事が大変であると感じている割合が、特に大きく差が出ているのが、「高度の知識や技術が必要な難しい仕事だ」という点。陸上では約12%に対し、海技者は約27%と倍以上の割合。

（一財）海事振興センター「船員のメンタルヘルスに関するアンケート調査結果報告書」2019.7

何を解決しなければならないか？

- 中間層の離職は、従来のOJTを不可能にしていないか？
- 個々の船員の努力に解決策を求めることが、船員の高ストレス化の要因となっていないか？



- 従来のトレーニングモデルの限界。



- 困難なリクルーティング、安全運航の阻害





乗組員のメンタルヘルス効果

- EV船は、ディーゼル主機関を搭載した従来船と比較して
機関部作業が減少する
だけでなく、デジタルとの
親和性により遠隔モニタ
リングにより**陸上サポートが
可能**となる。
- これに加え、
騒音・振動が極小化

乗組員のメンタルヘルスの
改善可能となる。





企業価値向上としてのEV船

2022年3月1日、政府はエネルギー使用合理化改正法案を閣議決定
改正案：

- エネルギーの使用の合理化の対象に、非化石エネルギーが追加。
- 工場等で使用するエネルギーについて、化石エネルギーから
非化石エネルギーへの転換を求められている。



© CanStockPhoto.com

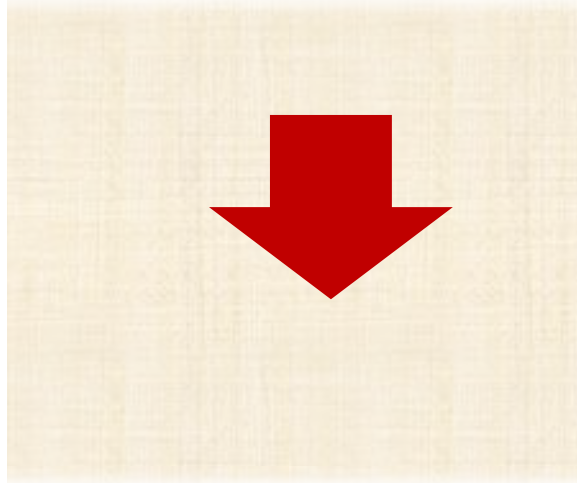
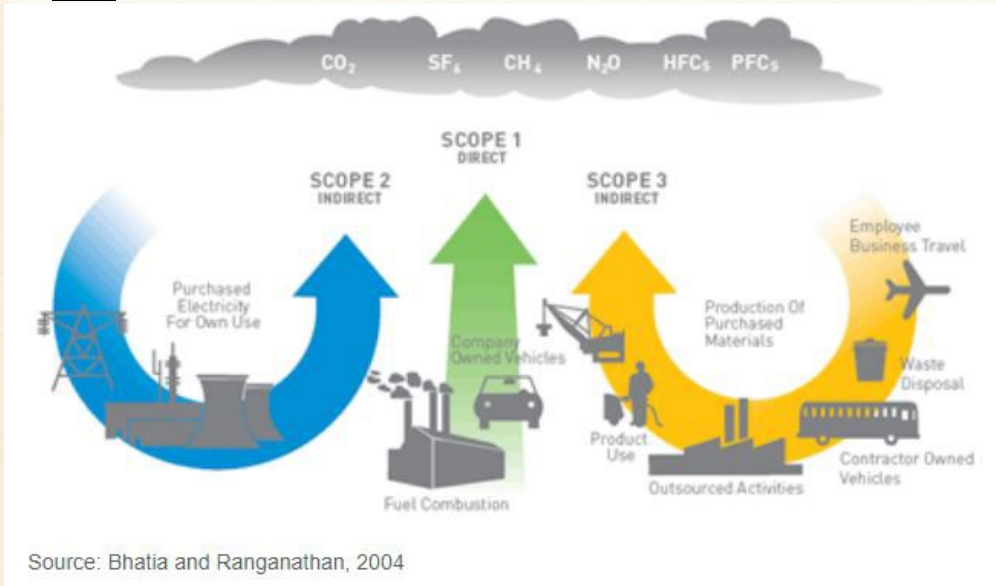


特定事業者等に対して、非化石エネルギーへの転換に関する中長期的な計画の作成等を求めていることから、企業は、今後対策を一層加速させなければならない。



企業価値向上としてのEV船

2022年春から東京証券取引所プライム市場の上場企業（旧東証一部上場）で気候リスク情報の開示（温暖化ガスの排出等に伴う損失といった情報開示）が実質義務付けとなった。



主要国の「気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）」の考え方に基づく。

- ① **ガバナンス**（社内での気候変動に関するリスクの組織的な把握等）
- ② **戦略**（気候変動対策の需要増加等の収益拡大、例えばEV関連）
- ③ **リスク**（事業固有の定量的、定性的リスクの把握等）
- ④ **指標と目標**（サプライチェーンを含めた温暖化ガス排出量削減の指標化等）



企業価値向上としてのEV船

TCFDは温暖化ガス排出量に関しては、企業単体のみならず取引網全体の排出量開示を推奨
上記上場企業の運輸部門も含まれることが予想される。



この影響は当然内航業界にも波及することが予想される。



温暖化ガス排出にどう取り組むかが
今後の重要な企業評価となる。



この流れに追従できない企業は企業価値が低下するだけでなく、
座礁資産の管理団体となってしまう可能性。



EV船は企業の企業価値の向上の手段として有効なツール



現実的な環境対策としてのEV船

中期目標達成まであと7年しかない。
水素、アンモニアは間に合わない。当面はEV船が現実的。



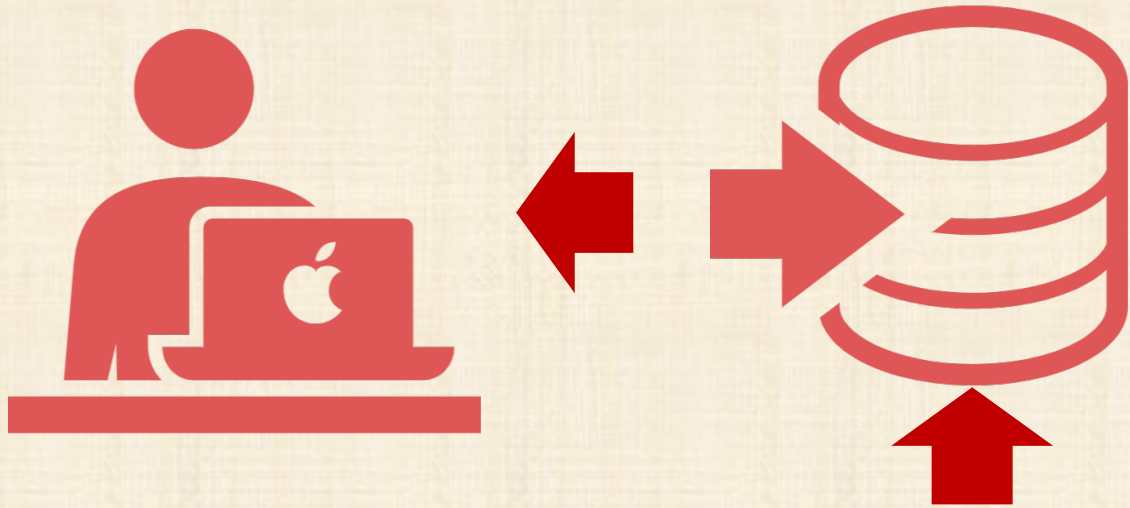
政府の「第6次エネルギー基本計画」では、温室効果ガスの排出削減の中期目標として**2030年度**に2013年度比46%削減(改訂前26%削減)

温室効果ガスの排出削減の中期目標として**2030年度**に2013年度比46%削減(改訂前26%削減)

令和3年10月に改訂された地球温暖化対策計画では、**2030年度**の削減目標を2013年度比で約181万t-CO₂削減(約17%削減)に深掘り



EV船のデジタルとの親和性



- 内燃機関の省略によって設備・運用ともに大幅にシンプル化が可能。
 - ⇒IoTを活用した遠隔モニタリング、自動着舷等の自動化設備の導入が容易に。
 - ⇒人手不足・高齢化・質の低下に直面する内航業界にとって課題の解決となる。
- 従来型（ディーゼル機関）の船舶でも遠隔モニタリングは可能。
 - ⇔機関等へのセンサーの設置、データーロガー等のデータアウトプット機能を従来のシステムに加え設置する必要性。
- **EV船の場合は、これらの機能が当初より組み込まれてデジタル化されているため、より親和性が高いと言える。**
- これらの機能により、消費電力等のデータのモニタリングが可能であり、**就航後の運航改善に寄与できるシステムとなっている。**



EV船による新たな働き方の可能性

例えば、こんな人たちも船の仕事に参加が可能に。

- 高齢化して、乗船勤務がなくなった船員
- 病気やケガで、乗船勤務ができなくなった船員
- 子育て、育児と両立したい船員





EV船による新たな働き方の可能性

デジタルとの親和性が高い船は、このような方たちのサポートを受けられる。

- 乗船勤務はできなくても、陸上からのサポートが可能に。
- 乗船勤務者は、このサポートにより船内作業ロードが軽減。





ご清聴ありがとうございました。