BARI-SHIP 2019
IMABARI MARITIME FAIR

出展社プレゼンテーション

２０１９．５．２３

実船からの温室効果ガス排出量削減のための海技研の研究開発

国立研究開発法人　海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
流体設計系　実海域性能研究グループ
主任研究員　黒田麻利子

本日のプレゼン

* 社会背景・動向
* 実船からの温室効果ガス（GHG）排出量の削減
* 海技研の取り組み
* 研究開発例のご紹介

はじめに

社会背景

* 1997年の京都議定書により、国際海運からの温室効果ガス排出量の削減については、国際海事機関（IMO)にて対応することとなった

* IMOでの審議を経て、2013年からのエネルギー効率設計指標EEDI、船舶エネルギー効率管理計画書SEEMPに関する条約が採択された

* 2015年のパリ協定の結果を受け、IMOではGHG削減初期戦略が作成、採択された

はじめに

現在の動向

EEDI規制：2013年開始

新造船に対する個船ごとの規制

平水中航走時の単位輸送量当たりのCO_2排出量を表す指標

設計段階の指標

海上試運転での船速検証

→実海域影響の考慮：$EEDI_{weather}$の導入

→安全の担保：最低推進出力判定の導入

SEEMP規制：2013年開始

将来の経済的手法導入へのイントロ（緩い規制）

⇩

実燃費を測る規制

燃料消費実績報告制度DCS
2019年データ収集開始のため条約改正が採択
（2016年）

2018年 GHG削減に関する初期IMO戦略の採択

意欲的水準として、国際海運からの平均として、単位輸送ごとのCO_2排出量を2008年に比べ、2030年までに40%以上、2050年までに70%以上削減することを目標とする

→大きな転換が必要

はじめに

実船からのGHG排出量削減

船型改良

燃料

上部構造物

プロペラ

水面上形状

省エネ付加物

推進システム

塗料

運航方法

各要素の改良・省エネ技術の導入により、
実船からのGHG排出量削減へつなげることができる

海技研の取り組み

* 推進性能の向上
* 実海域性能の向上
* エンジンからの排熱回収
* 代替燃料の導入
* 航海・配船計画の改善

海技研の取り組み

これまでの取り組み例

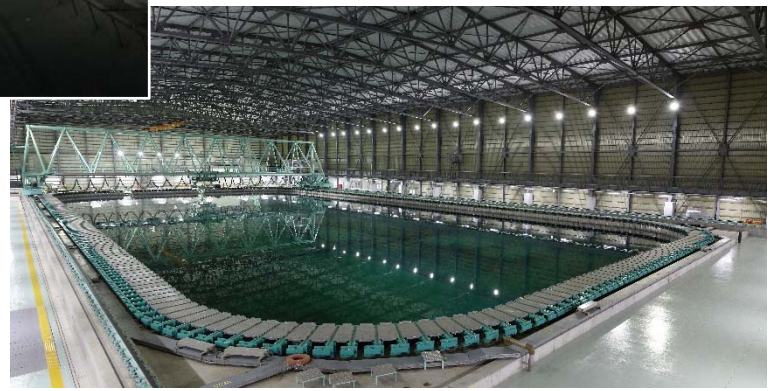
2007年	空気潤滑法による省エネ効果の実証試験 海の10モードプロジェクト開始 →日本海事協会にて実海域性能指標（海の10モード）の鑑定開始
2011年	実運航性能シミュレータ（VESTA）開発 →実燃費評価等のため海運・造船所等にて利用 実海域省エネ装置（STEP）の開発* *内海造船との共同開発 スターリングエンジン排熱回収システムの電気推進船への搭載
2015年	実海域省エネ船首形状（COVE）の開発 船舶用省エネダクトWADの開発開始 →USTDへの改良
2016年	運航効率化情報提供サービスeE-NaviPlanの実利用開始
2017年	海事クラスター共同研究 実海域実船性能評価プロジェクトOCTARVIA開始
2018年	水素燃料電池船の実船実験を実施

海技研の取り組み

省エネ技術の開発

大型研究施設、数値計算ツールを用いた省エネ技術の開発

400m水槽



実海域再現水槽

ディーゼル機関

大型模型を用いた精度の高い実験、
検証された計算プログラムを用いた性能評価を実施

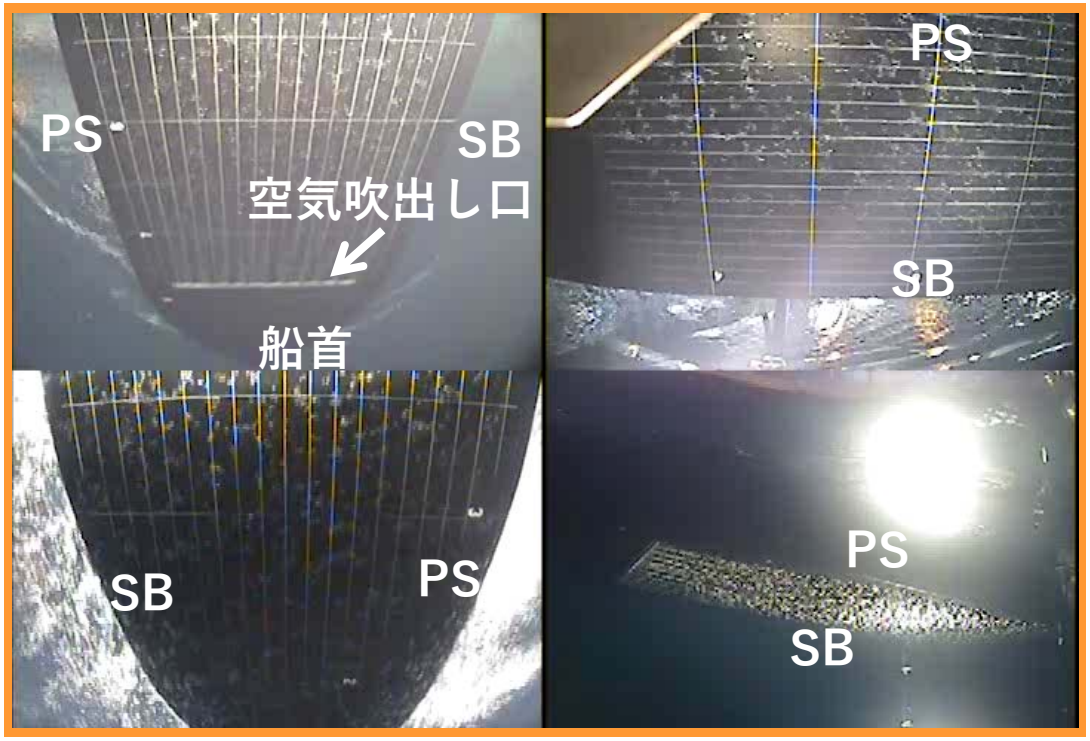
海技研の取り組み

推進性能の向上

空気潤滑法

船底を均一な気泡で覆い、摩擦抵抗を低減する技術

実船実証試験を行い、約6%の正味省エネ率を確認



50m長尺模型試験

＜バラスト状態、15kt, 実船気膜厚さ12mm, 片振幅最大横揺れ角4°，周期２秒＞

*マリタイムイノベーションジャパンよりの受託研究

海技研の取り組み

推進性能の向上

省エネダクトWAD

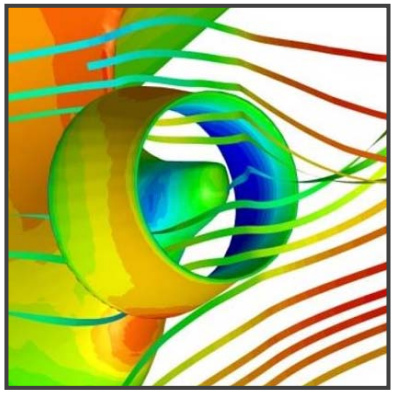
Weather Adapted Duct

船尾部のプロペラ直前に装備する省エネダクト

推進効率の向上により約5%の省エネ効果を発揮

実海域航行中などのプロペラ高荷重状態で特に効果を発揮

一般的なダクトよりも小直径のため、キャビテーションの影響が減少



海技研の取り組み

実海域性能の向上

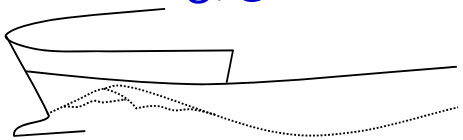
実海域省エネ装置STEP

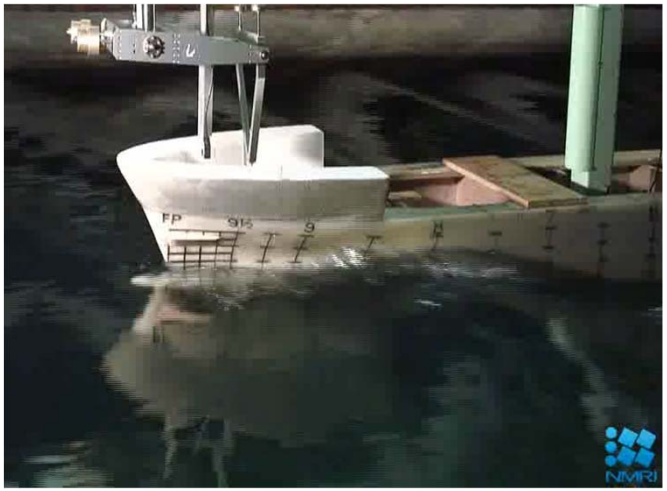
船首部水面上の形状を改良するための小型の付加物

波の運動量を船幅方向に変化させることで、波浪中抵抗増加を低減

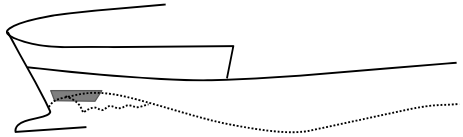
実船計測にて、約3%の燃料消費量の削減を確認

STEPなし





STEPあり



海技研の取り組み

実海域性能の向上

実海域省エネ船首形状COVE

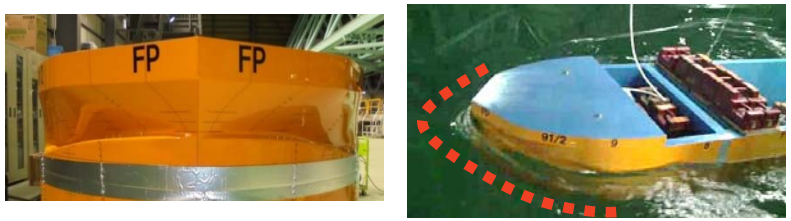
Concaved shape Optimized in WaVEs

静的水位上昇から上方のフレームラインを内方傾斜した省エネ船首形状

VLCCを対象とした水槽試験（波高2m）で、短波長向波中抵抗増加の約40%低減を確認

BF6（有義波高3m, 風速12.6m/s）の向波向風中、15knotで約10%の出力低減効果を発揮

オリジナル船首



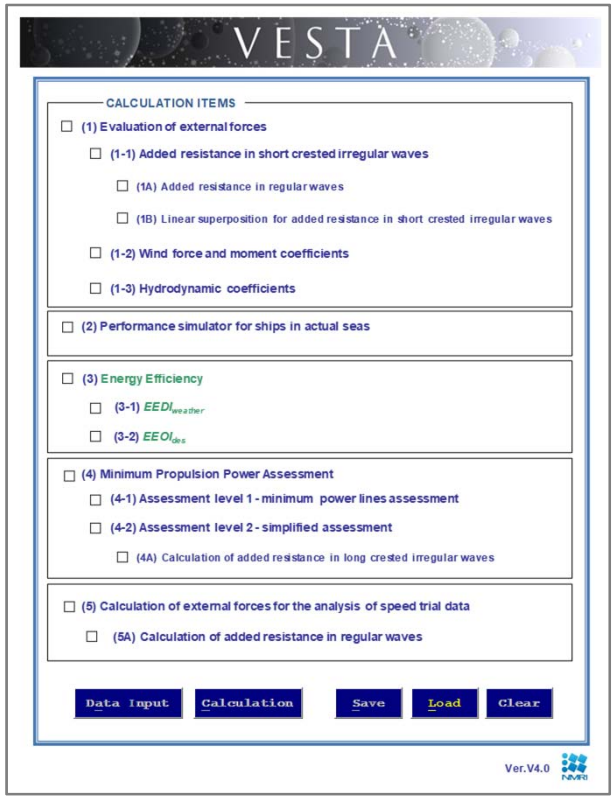
実海域省エネ船首COVE
（オリジナル船首と比べ反射波が鋭角）

海技研の取り組み

実海域性能の向上

実運航性能シミュレータVESTA

船舶を特定の航路に就航させた際の性能（速力・燃費など）を評価・予測するプログラム

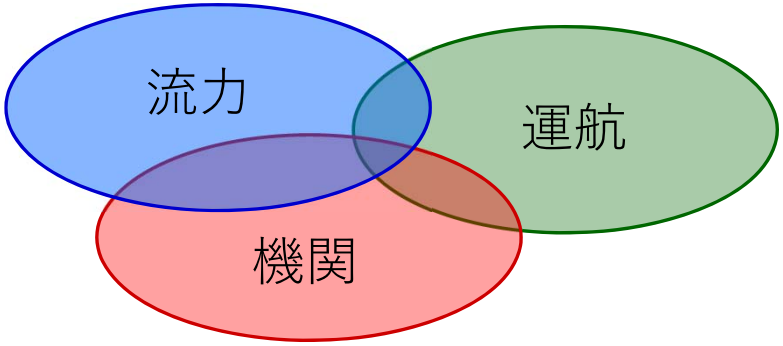


波・風による外力を高精度に評価

実験による精度検証

主機作動特性を考慮して燃費を評価

実船検証により
有効性を確認



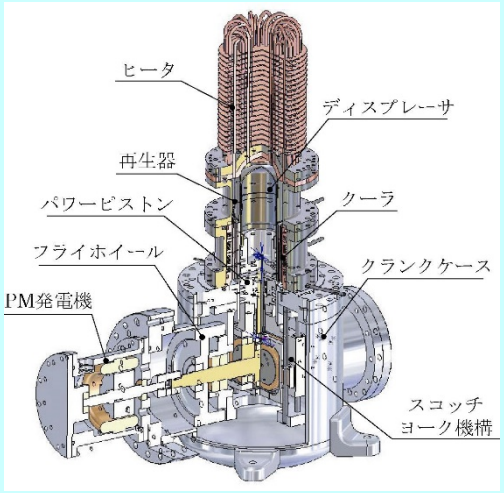
→船体・プロペラ、機関、運航の改善提案が可能

海技研の取り組み

エンジンからの排熱回収

スターリングエンジン排熱回収システム

メインエンジンからの排熱をスターリングエンジンにより回収するシステム

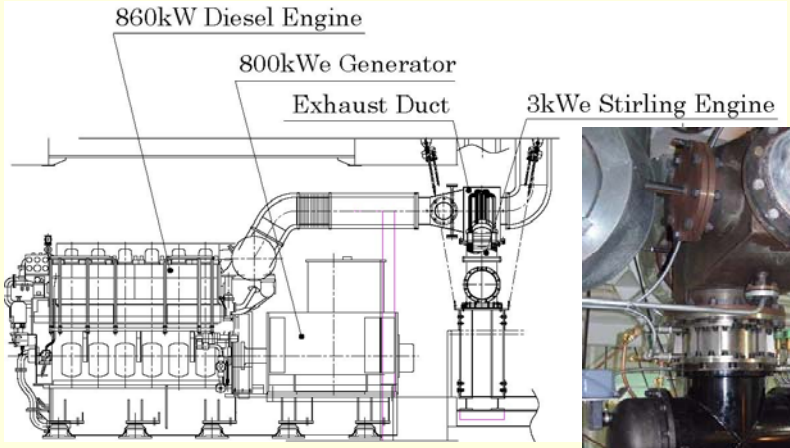


スターリングエンジン

加熱と冷却を繰り返す外燃機関

温度差のある多様な熱源が利用可能

実船搭載試験により、有用性を確認



電気推進船への搭載

海技研の取り組み

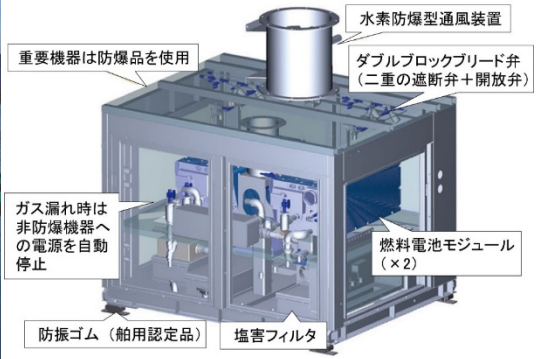
代替燃料の導入

水素燃料電池船

水素燃料電池，リチウムイオン電池，電気推進モータを組み合わせたシステムを小型実験船に搭載し、実証試験によりシステムの安全性を確認

リチウムイオン電池
（BEMAC株式会社）

実験船



燃料電池システム
（ヤンマー株式会社）

海技研の取り組み

航海・配船計画の改善

運航効率化情報提供サービスeE-NaviPlan

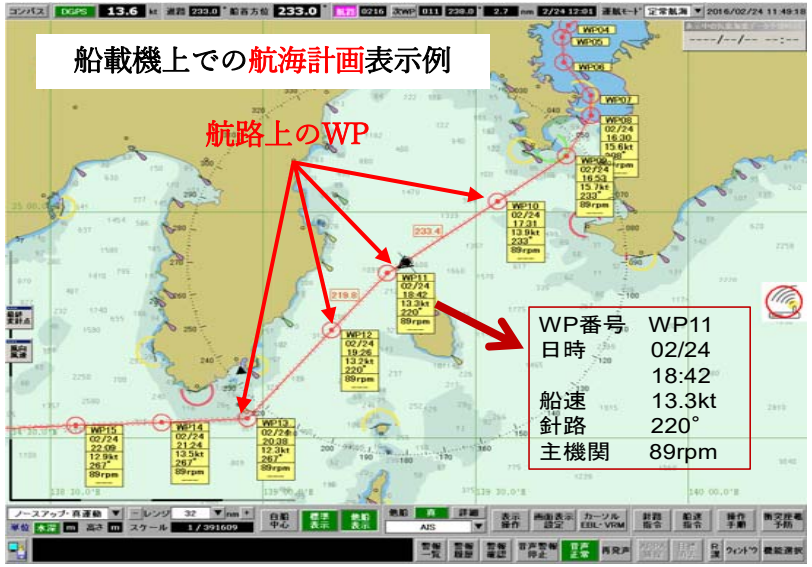
いーなびぷらん

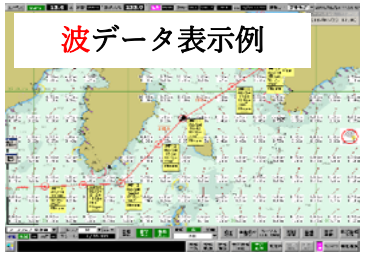
内航海運を対象とした燃料消費量，CO_2排出量の抑制を目的としたシステム

＊NPO法人マリン・テクノロジストによる運用サービス、海技研は開発、高度化を実施

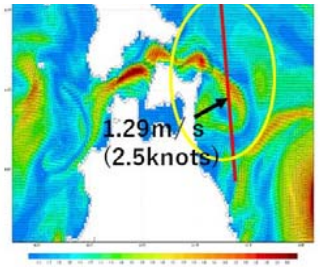
航海計画支援システム，HP上の情報共有化システムなどにより構成される

セメント船隊17隻で実利用（2016年度）し、800kLを超える省エネ効果(5%)を確認





海潮流データ表示例



海技研の取り組み

まとめ

* 大型施設を利用した実験による検証
* 高精度計算ツールによる評価
* 船舶に関係する多面的なアプローチ

海技研セミナー・海技研ブースのご紹介

特別セミナー
展示会Cゾーン2F特別セミナー会場
5月23日（木）15:40-16:40
<海上技術安全研究所セミナー>

* 内航省エネ船型の開発

* 低・脱炭素燃料の導入によるGHG排出削減

海上技術安全研究所ブース
Aゾーン２F　A2-02

* 海技研ブースのご紹介

海技研セミナーのご紹介

内航省エネ船型の開発

大型模型による水槽試験で高い省エネ性能を確認した内航省エネ船型を開発

建造・オペレーションを考慮した現実的な仕様

主要目（L,B,d）の異なる30隻の船型バリエーションを作成

線図は内航船舶の建造を行う方は無償で使用可能

日本船舶海洋工学会, 内航船建造造船所3社, 海技研による共同研究で実施

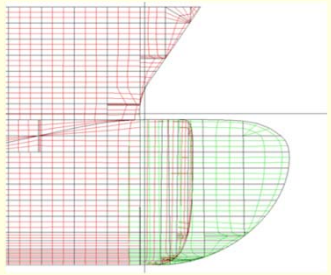
海技研は船型開発に協力

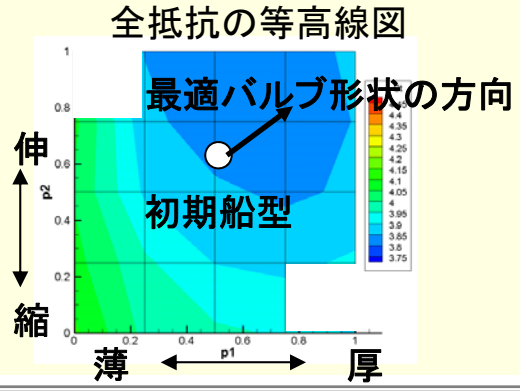
CAD、船型ブレンディング手法およびCFD（コンピュータ シミュレーション）を利用し、抵抗・推進性能を考慮した船型開発

Cp曲線最適化

船首バルブ最適化

船尾形状最適化

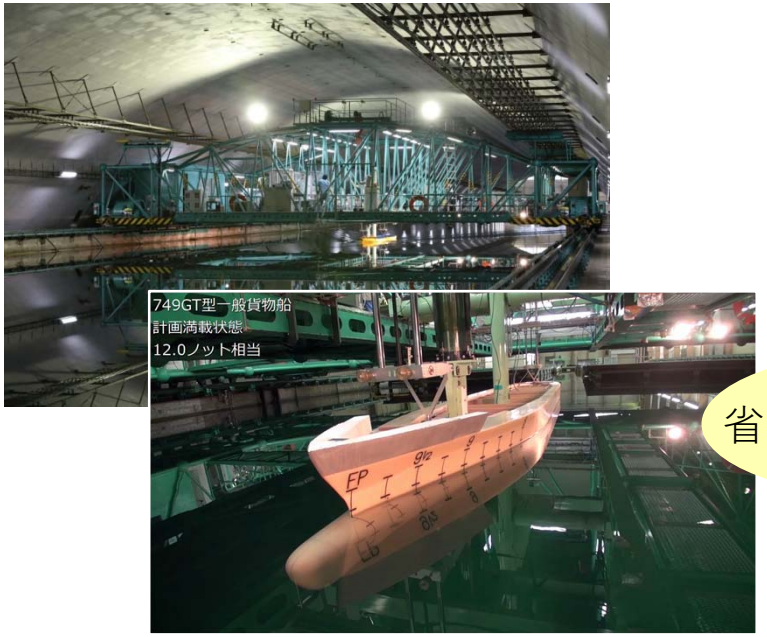




海技研セミナーのご紹介

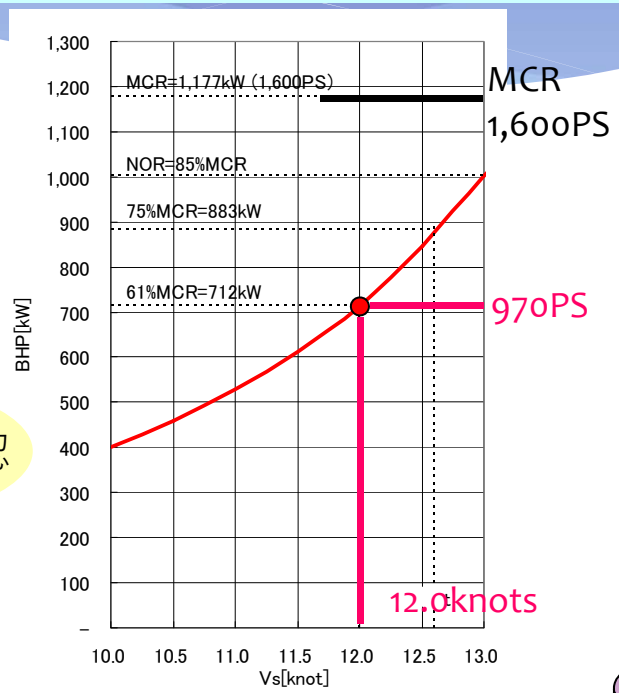
内航省エネ船型の開発

大型模型船を用いた水槽試験による評価



省エネ効果を確認

749GT一般貨物船型の馬力計算結果



開発経緯や性能評価の詳細について、本日のセミナーで講演いたします。

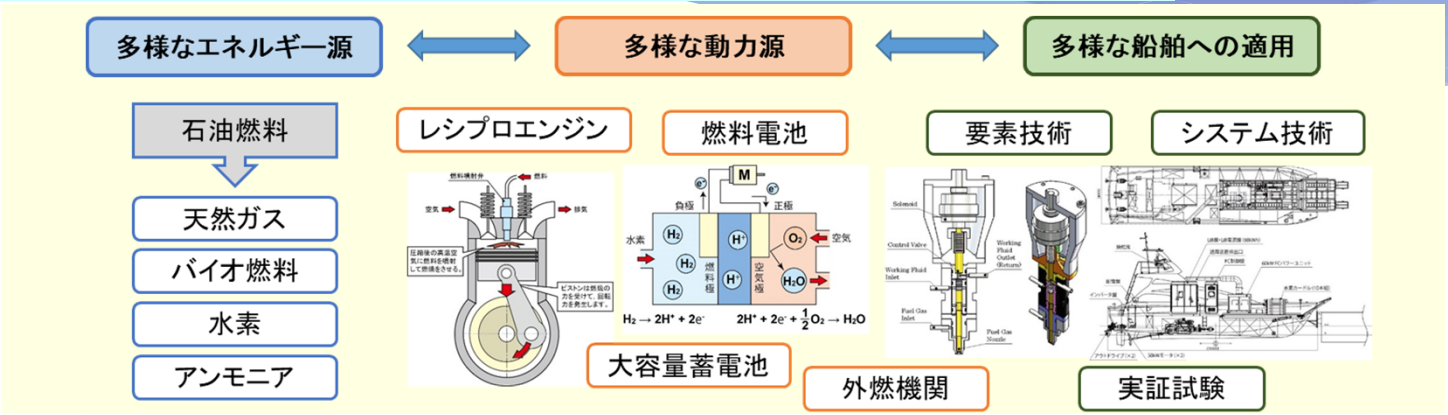
省エネダクトWAD, 空気潤滑法についてもご説明いたします。

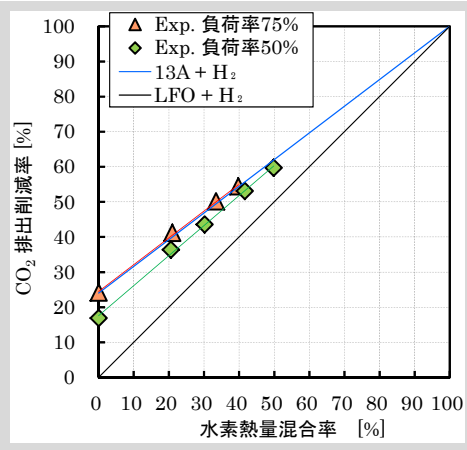
特別セミナー
展示会Cゾーン2F特別セミナー会場
5月23日（木）15:40-16:40
<海上技術安全研究所セミナー>

海技研セミナーのご紹介

低・脱炭素燃料の導入によるGHG排出削減

多様なエネルギー源、動力源の船舶への適用について調査





400kWガス機関

水素混焼ガスエンジンによるCO_2排出削減効果

各種燃料・発電技術の特徴と船舶への適用についての技術課題、導入可能性の評価についてセミナーでご説明いたします。

特別セミナー
展示会Cゾーン2F特別セミナー会場
5月23日（木）15:40-16:40
<海上技術安全研究所セミナー>

海技研ブースのご紹介

海上技術安全研究所ブース
Aゾーン２F　A2-02

海技研ブースでは、実海域省エネ船首形状COVE, 省エネダクトWAD, 水素燃料電池船, 海事クラスター共同研究プロジェクトOCTARVIAについて、模型、パネル、動画にてご紹介しています

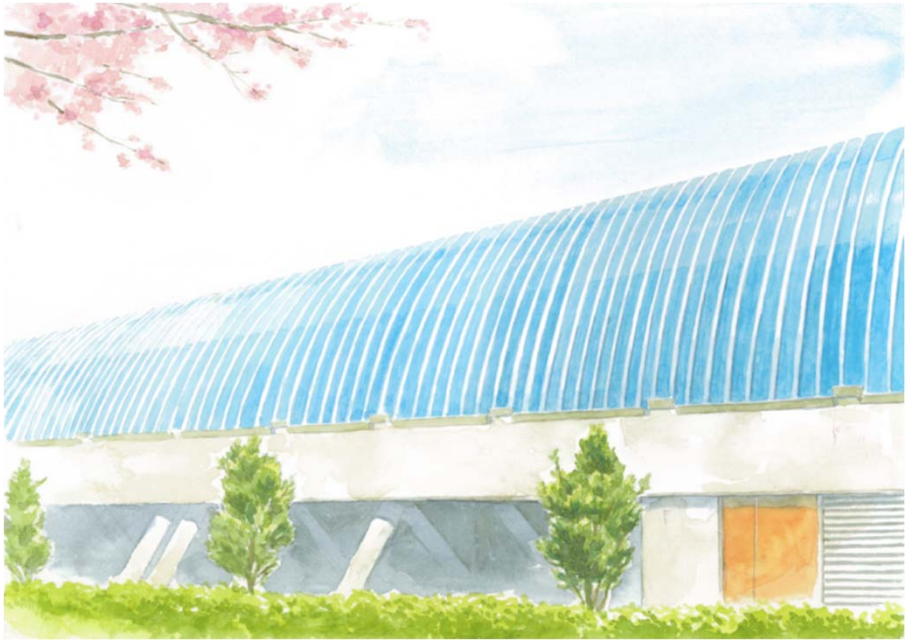
おわりに

* 海技研では、ハード／ソフト面での技術相談を随時受け付けています。

セミナーや海技研ブースでは、今回ご紹介したGHG削減技術に関する詳細をご紹介しています。
ぜひお立ち寄りください。

特別セミナー
展示会Cゾーン2F特別セミナー会場
5月23日（木）15:40-16:40
<海上技術安全研究所セミナー>

海上技術安全研究所ブース
Aゾーン２F　A2-02

ご清聴ありがとうございました。

各研究開発にご協力いただいた皆様に厚くお礼申し上げます。