

# GI基金事業の取組状況について

実施プロジェクト名：「舶用水素エンジン及びMHFS\*の開発」

実施者名：川崎重工業株式会社（幹事企業）、代表名：代表取締役社長 橋本 康彦

共同実施者：ヤンマーパワーテクノロジー株式会社

共同実施者：株式会社ジャパンエンジンコーポレーション

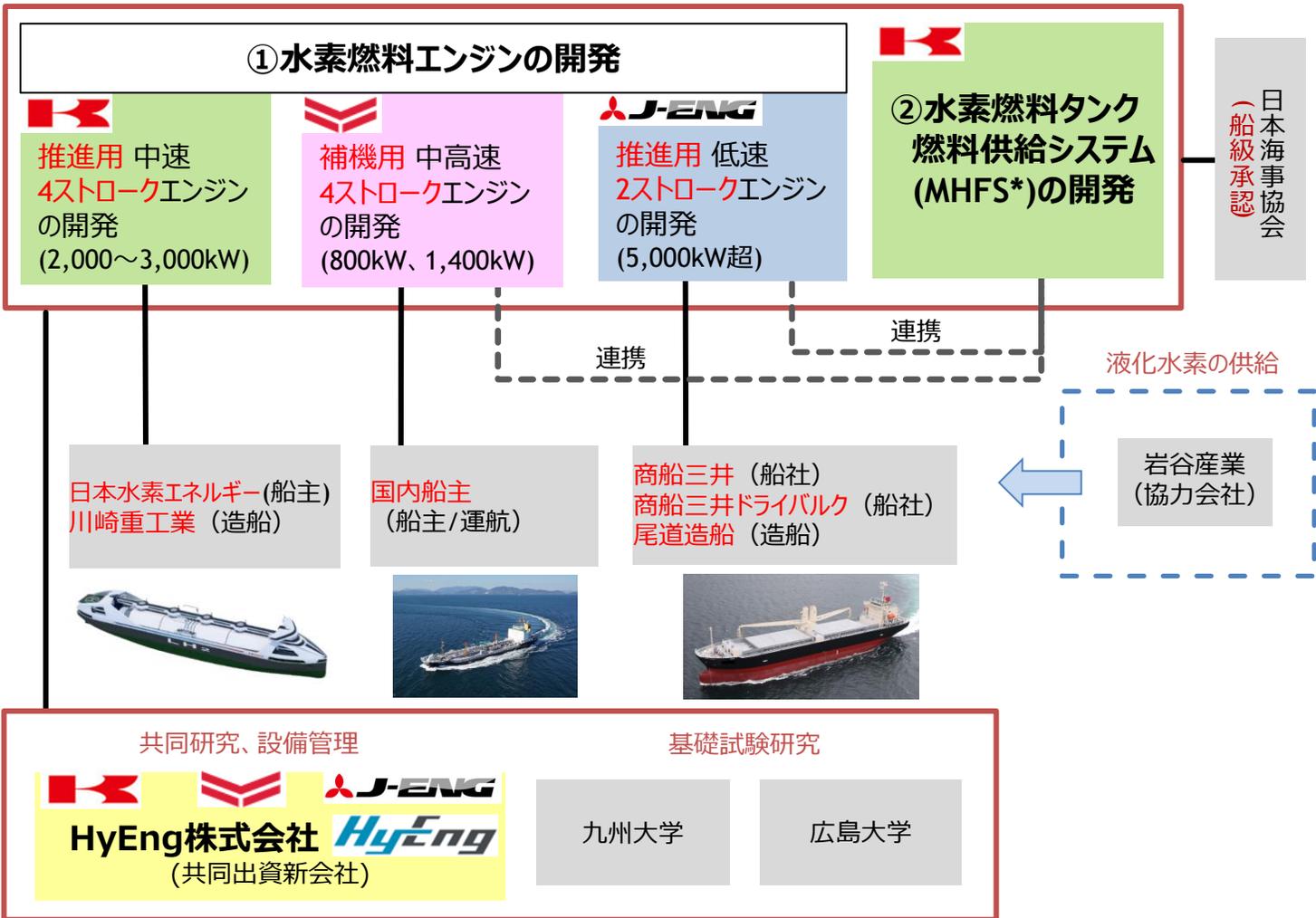
# 目次

1. 研究開発体制
2. コンソーシアムの特徴
  - (1) 全レンジをカバーするエンジン開発
  - (2) 水素燃料供給システムも含めたインテグレーションシステム提供
  - (3) 国際ルール作り&標準化戦略
3. 市場予測・事業戦略
4. 市場創成活動
5. 技術戦略
6. 研究開発体制
8. 経営コミットメント
9. 研究開発進捗
10. 前回モニタリングWGでのご意見

# 研究開発体制

## 船主・造船所・液化水素供給者・船級・大学等を含めた産・官・学の開発体制を構築

研究開発体制図



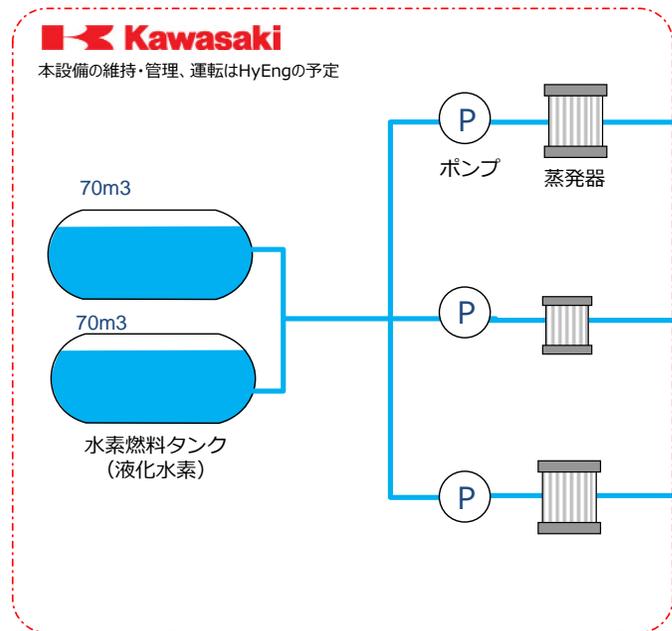
- ### コンソーシアムによる取組内容
- ① 船用エンジンマーケットのボリュームゾーンとなる出力0.5MW~15MWをカバーする水素燃料エンジンをコンソーシアムにて同時並行開発
  - ② 水素燃料供給システムも含めたインテグレーションシステム提供
  - ③ 水素燃料エンジン搭載を実現する国際ルール作り
  - ④ 普及のための標準化戦略立案と共同実行

\*MHFS (Marine Hydrogen Fuel System) : 舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム

# コンソーシアムの特徴

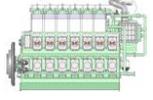
## J-ENG本社工場(明石市) で共同試験運転を実施

### 共通水素供給設備



### 水素エンジン運転設備

**Kawasaki**



推進用 中速 4ストローク  
出力：2000～3000 kW  
回転数：720 rpm

**YANMAR**



補機用 中/高速 4ストローク  
出力：800kW/1400kW  
回転数：900rpm/1800rpm

**J-ENG**

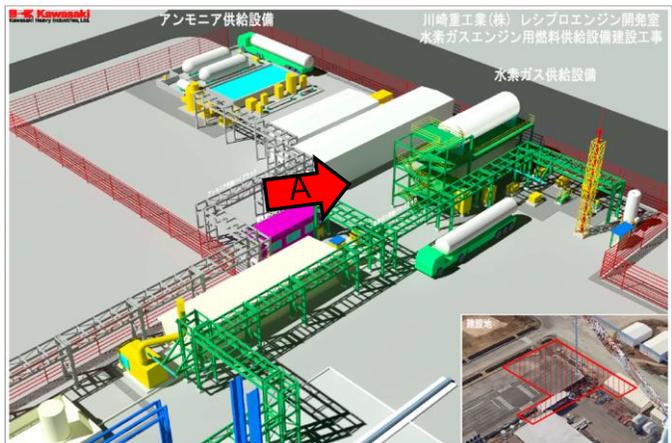


推進用 低速 2ストローク  
出力：3000～15000kW  
回転数：79～215rpm

液化水素貯蔵および水素供給設備



2025年6月から水素供給開始

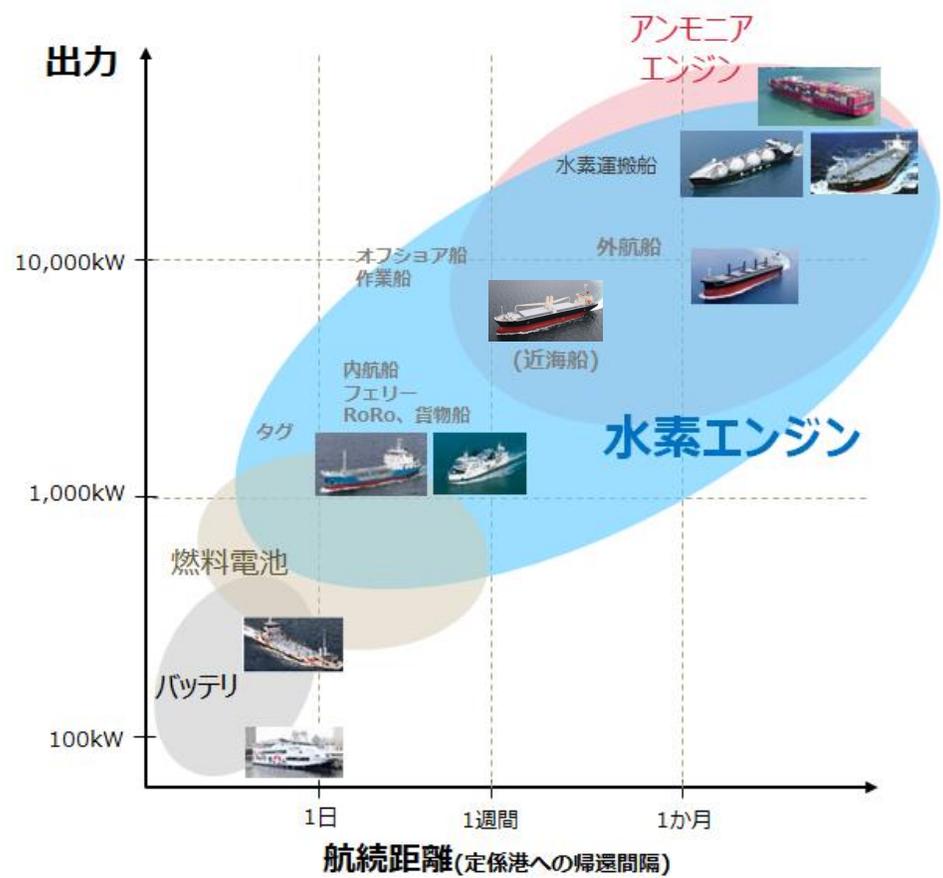


# ①全レンジをカバーするエンジン開発

## 3社で舶用水素燃料エンジン市場をフルカバーして牽引（機関出力:0.5～15MW）

### セグメント分析

出力・航続距離に対する新燃料の適合性イメージ



出典：国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップなどをもとに作成

### ターゲットの概要

機関：数値はエンジン出力  
MHFS：数値は液化水素タンク容量

#### 川崎重工業

外航船	主機関 : 8~30MW <small>複数台搭載合計 プロペラ直結除く</small> MHFS : 0.5~1.6万m <sup>3</sup> 以上
大型内航船	主機関 : 2~8MW MHFS : 100~1500m <sup>3</sup>
小型内航船	主機関 : 燃料電池/バッテリー MHFS : 15~100m <sup>3</sup>

#### 目標シェア(2050)

30%  
70%  
60%  
90%  
対象外  
90%

#### ヤンマーパワーテクノロジー

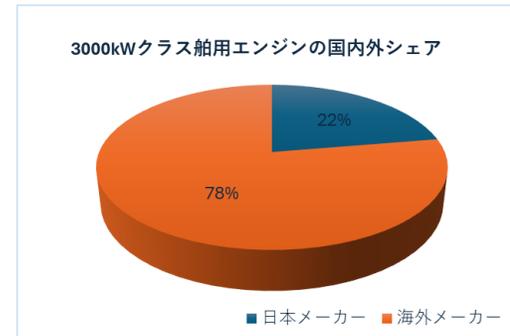
外航船	発電補機 : 0.5~2MW
大型内航船	発電補機 : 0.5~2MW
小型内航船	

50%  
90%

#### J-ENG ジャパンエンジンコーポレーション

外航船	主機関 : 3~15MW
-----	--------------

20~30%

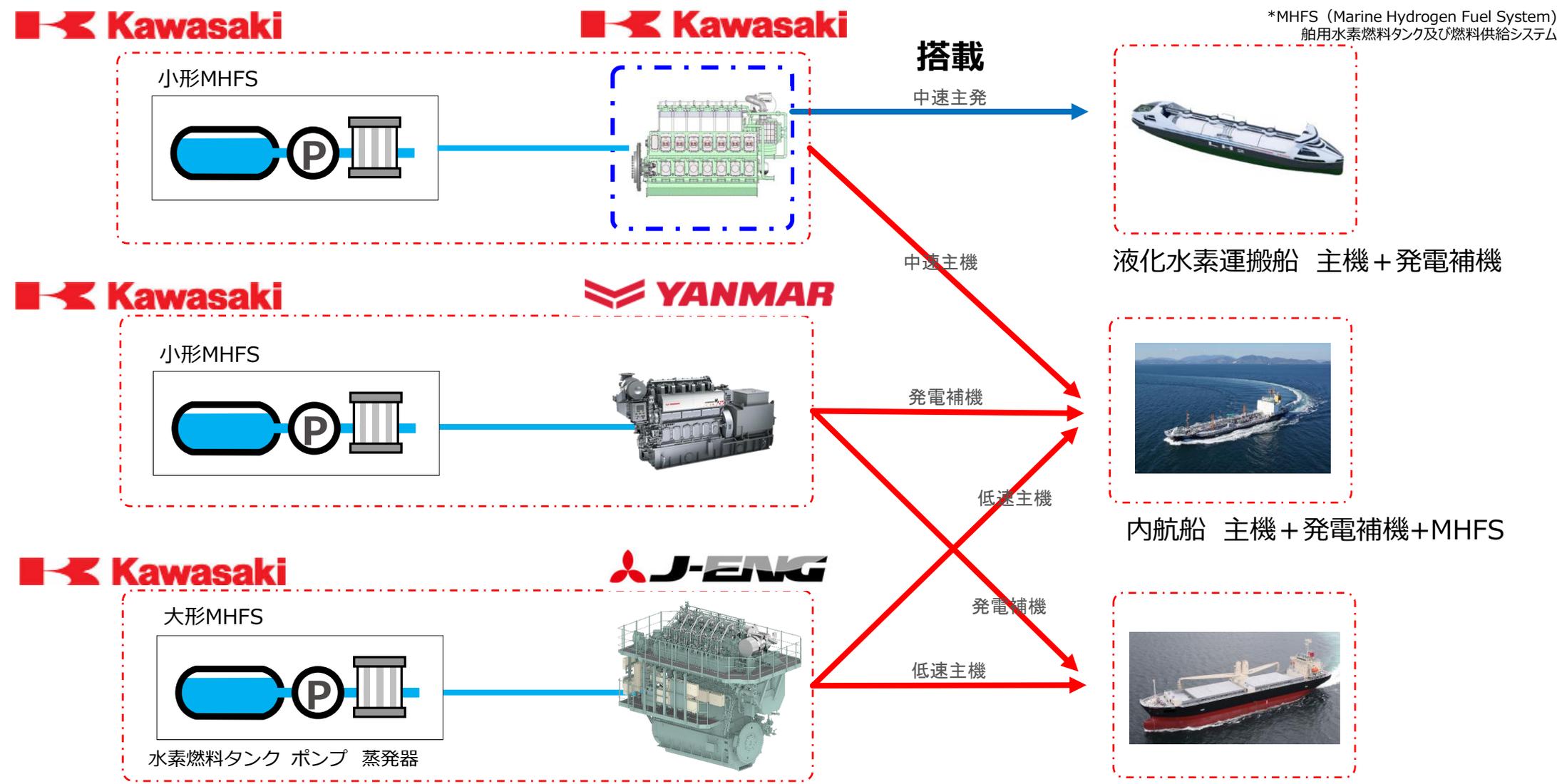


海外エンジンメーカーのシェア構造切り崩しを狙う！

\*MHFS：舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム

## ②水素燃料供給システムも含めたインテグレーションシステム提供

# 各社共同による「舶用水素エンジン+MHFS※」システム提供の目標



水素燃料主機・水素燃料発電補機・MHFSをコンソーシアム内で保有→システム提供可能

## ③④ 国際ルール作り&amp;標準化戦略

## 開発成果のオープン&amp;クローズ戦略の検討推進

国際標準化等を通じて、開発成果を市場に実装・普及・拡大させるための需要の形成を進めると共に、特許化やノウハウの秘匿化によって自社の持続可能性を高めるためのオープン&クローズ戦略を策定・実施する。

## オープン化

- 多くの企業に共有する部分⇒**市場のパイを拡張**
  - 国際的規制 (IMO) → IGFコード
  - 国際標準化 (ISO、IEC)
  - 特許活用 (ライセンス、無償開放)

## クローズ化

- 自社で独占する部分  
⇒**他社との差別化、自社の競争力確保**
  - 特許活用 (独占実施)
  - 技術の秘匿 (ノウハウ) 化

## オープン 標準化

一定のルールに従って規格や仕様を定め、市場への他社の参入を促進することで、市場拡大を図る。  
(例：エンジン本体部分、EGR機器 等)

## オープン 特許のライセンス化

特許技術を利用 (コア技術は秘匿) した製造図面提供を行い、市場における製品利用の普及・拡大 (とコストダウン) を図る。  
(例：大形船用ディーゼル主機におけるライセンスエンジンをビジネス模範とし、同様のビジネス形態を目指す。)

## クローズ ノウハウ or 知財占有化

自社が独占すべきコア部分をクローズして、自社の利益拡大を狙う。  
(例：燃焼制御技術、燃料噴射技術、EGR制御技術、異常燃焼検知・状態監視技術 等)

直近の活動：IMO 水素燃料船ガイドライン審議に国交省殿/船技協殿/海技研殿/ClassNK 殿と共に事業者として参画  
IMO CCC11\*では現実的な設計情報を打ち込むinf (情報) 文章として、本プロジェクトの外航水素燃料船を紹介

# 当コンソーシアムが考える水素エンジン普及シナリオ

## 液化水素運搬船

ボイルオフした水素を燃料として活用する点、高効率の観点から水素レシプロ機関が嗜好される。

液化水素運搬船の普及拡大のため、今治造船殿・JMU殿と運搬船建造の共同検討を開始することを合意（2025年6月）。



## 水素燃料船

脱炭素燃料（水素・アンモニア・e-fuel）に関しては、燃料の量産により経済的合理性ができるまでは、化石燃料に比べコストは上昇する。



国際海運においては、

- ・2024年 EU-ETSが適用開始
- ・2025年 FuelEU Maritimeが適用開始
- ・2025年 IMO MEPC83\*で中期対策の規則案が合意

- ・使用燃料のGHG強度を規制
- ・規制適合余剰分の繰り越し、融通が可能
- ・基準値・規制値を超えると負担金を徴収しIMO基金へ支払

新ルールが脱炭素燃料を後押し。

一定数は、代替燃料船の導入が加速するとの船主殿ご意見有り。

\*MEPC: Marine Environment Protection Committee (海洋環境保護委員会)

現状、船舶により輸送する製品価格に及ぼす燃料費のコスト割合はそれほど高くない。

荷主による環境コスト負担の原則をどのように徹底するかがポイント。欧州の荷主は一部の環境コスト負担のムード有り。

# 海外へのブランド認知・海外顧客への売り込み戦略についての考え

## GI先行実績を活かした海外展開

### ・水素利用の拡大を図ろうとしている国々への集中展開

⇒欧州の内陸水運

⇒欧州域内海運



Samskip社Seashuttle 水素船プロジェクト例  
800TEUコンテナ船

### ・営業活動や展示会・学会等を通じたPR活動

→ アーリアダクションとして有望なクルーズ船、コンテナ船(小型)、海外官公庁船案件

に対する要望のヒアリング、課題検討の実施

→ 海外荷主、船主からの将来戦略についてのヒアリング

→ 水素燃料船のコンセプト設計を提案へ



SMMハンブルグにて



CIMAC2025 Congressにて  
チューリッヒ

・船舶向けと共に陸上発電用としてプロモーションを行い認知度を高める。

・水素サプライチェーン構築活動と一体になった売り込み戦略

# 水素燃料船コンセプト設計WG

Kawasaki YANMAR J-ENG + 尾道造船株式会社

HyEngの3社が造船所を巻き込み、水素燃料船の成立性、水素燃料が優位性を発揮できる領域(船種)を確認する「水素燃料船コンセプト設計WG」をスタートした。初回アウトプットは、2026年4月予定。

- ① 建造実績のある船種をピックアップ
- ② 水素燃料タンクのサイズ設定と船内配置を概略で検討(スクリーニング)
- ③ 競争力の高い船種をピックアップし、コンセプト設計を実施

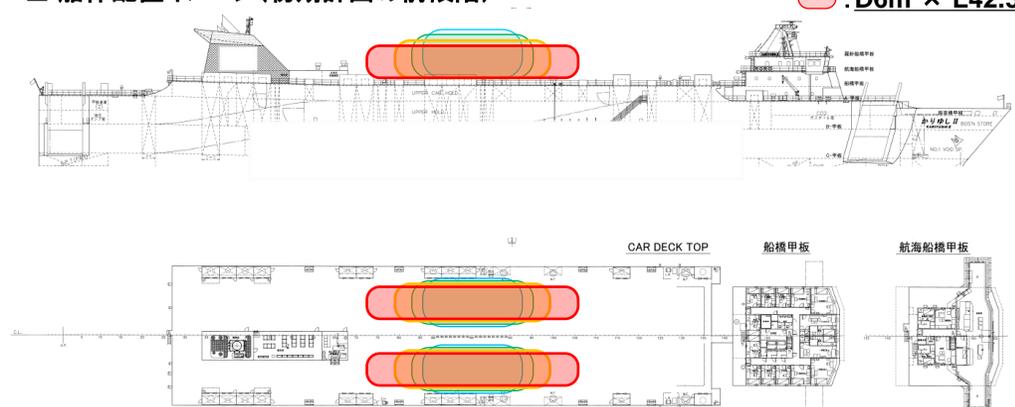


シナリオ検討パラメータ  
 ・航続距離調整  
 ・バンカリング頻度の最適化  
 ・バイオ液燃との混焼 など

内航Ro/Ro船の例		
ベース船(重油燃料)		
主機・最大出力	kW	xx,xxx
発電機・出力	kW	3 x x,xxx
常用船速	knots	xx.x
重油燃費@通常航海	ton/day	xx.x
重油タンク(合計)	m <sup>3</sup>   ton	xxx   xxx
→ 航続距離・日数	NM   day	x,xxx   xx.x
水素燃料船		
液水燃料航続距離・日数	NM   day	xxxx   x
(例) 博多 ~ 那覇	NM (round)	1,040
必要な液水燃料	ton	xx.x
液水タンク・内槽幾何容積	m <sup>3</sup>	2 x xxx

仕様詳細は非開示

■ 船体配置イメージ(初期計画の前段階)



## スクリーニング結果例

重油タンク並みの液水タンクの航続距離	不可
液水タンクの容積・航続距離(スクリーニング用)	2 x XXX m <sup>3</sup> 2,040 NM
最小目標とする航路	博多 ~ 那覇
片道	520 NM → ○
1 往復	1,040 NM → ○
最大目標とする航路	博多 ~ 台湾・高雄
片道	1,000 NM → ○
1 往復	2,000 NM → ○

# 水素エンジン：技術様式の絞り込みの範囲やタイミング等、市場投入についての考え

見えてきた水素エンジンにおける技術課題 → **異常燃焼の回避と対策**

**・高圧直噴** → ○出力密度の向上 → △NOx増大 → OEGR, SCR → △廃水処理(EGR)  
 ×水素圧縮動力増大 → ○液水ポンプの採用 → ×BOGの利用ができない。  
 ↓  
 ○低圧予混合エンジン or FC (発電)との複合利用

高圧直噴 : シリンダ内高圧直接噴射エンジン

**・低圧予混合** → ○BOGの利用  
 → ×出力密度の低下

- ○EGRの採用 → △コスト増加、スペース増加 → △廃水処理
- ○燃焼室設計変更 → △NOx増加 → ○SCR
- ○シリンダ数増加 → △コスト増加、スペース増加
- ○高過給化 → △コスト増加、スペース増加

低圧予混合 : 吸気ポート内低圧噴射予混合エンジン

- : 改善策
- × : デメリット
- △ : 開発結果次第 → △開発技術により、その絞り込みや差別化・最適化ができる。

BOG: Boil Off Gas  
 EGR: Exhaust Gas Recirculation  
 SCR: Selective Catalytic Reduction

**現状の燃料供給システムでは、両タイプのエンジンを主機、補機で組み合わせて採用する事が、システム効率とボイルオフガス利用の観点から最良であることも判明**

# MHFS: 技術様式の絞り込みの範囲やタイミング等市場投入についての考え

見えてきたMHFSにおける技術課題 → 液水タンクサイズ、水素漏洩解析と船舶設計への反映

- ・BOGの利用** → BOG利用可能な推進システムの開発 → ○低圧水素消費機器  
△タンクマネージメント
- ・BOGの最小化** → バンカリング時のBOG発生抑制 → △バンカリングの自動化、迅速化
- ・エネルギー当りの体積大** → 液水タンク容量が大 → ○バンカリング頻度高 → △バンカリングの容易化  
↓  
△バンカリングの自動化、低コスト化
- ・水素漏洩対応** → 船舶設計に影響 → ○漏洩解析技術の構築 → △漏洩解析技術の設計ツール化（～2028）  
↓  
・船舶設計支援請負  
・新ビジネス→船舶設計が我が国の強味

○：改善策

×：デメリット

△：開発結果次第 → △開発技術により、その絞り込みや差別化・最適化ができる。

**水素燃料船の普及には、水素漏洩などのリスク評価と対策ができる技術、バンカリング時のBOG発生抑制・自動化推進が重要課題**

# プロジェクトの推進体制 (川崎重工業)



JSE Ocean(船主)

代表取締役社長  
橋本 康彦  
(事業にコミットする経営者)

コンソーシアム  
YANMAR  
J-ENG  
Japan Engine Corporation

HyEng株式会社  
(共同出資新会社)

技術開発本部  
本部長 川崎 卓巳

水素戦略本部  
常務執行役員  
松田義基

エネルギーソリューション&マリンカンパニー  
プレジデント 西村 元彦  
バイスプレジデント 村上 直樹

システム技術開発センター  
センター長 片岡 幹彦

技術研究所  
所長 阪井 直人

水素戦略本部  
本部長 野村 圭

エネルギーディビジョン  
ディビジョン長 杉本 智彦

船用推進ディビジョン  
ディビジョン長 政本 憲一

プロジェクト総括部  
総括部長 吉村 健二

レシプロエンジン技術部

品質保証部

調達部

製造部

インテグレーションシステム  
開発部  
要素技術研究

エネルギーシステム研究部  
機械システム研究部  
環境システム研究部  
強度研究部  
材料研究部  
要素技術研究

水素エンジン  
及びMHFS  
開発サポートチーム  
プロジェクト支援

水素エンジン  
開発・設計チーム  
エンジン開発・試験  
エンジン本体設計

MHFS  
開発チーム  
MHFS開発  
MHFS設計

水素エンジン  
システム  
事業戦略課  
事業戦略  
知財戦略  
標準化

## 川崎重工 経営による事業へのコミットメント

- **カーボンニュートラルに向けた全社戦略**
  - **グループビジョン2030**において、水素関連事業の重要事業の一つとして位置づけ、当社が行う水素関連事業との連携を図りながら2050年のカーボンニュートラル（CN）に向けた活動を推進
- 経済産業省が公表した「GXリーグ基本構想」に基づき設置された「GXリーグ」に参画
- GX推進機構へ出資
- **経営者のリーダーシップ**
  - 水素事業を**当社中核事業**に位置付け、社会実装への取組みの継続を広範なステークホルダーへ自ら発信
- **事業戦略・事業計画の決議・変更**
  - 中期経営計画は、3年に1度を基本として目標を定めるが、適宜、報告会等による進捗管理を通じて、必要に応じて事業戦略ないし事業計画の変更を行い、**経営会議等で議論**
  - **トランプ政権下の天然ガスの採掘の活性化は安価な天然ガスを安定的に市場に供給することとなり、その先を見据えたカーボンニュートラルに向けて親和性の高い安価なブルー水素の普及を促進する。**
  - 2030年代半ば頃までは、液化水素はモビリティ需要が先行。当社は大きな需要がある発電・製鉄・一般産業の水素利用を見据えて水素サプライチェーンの構築を推進
  - 環境系ではない一般投資家からの資金調達に向けて、事業説明会・シンポジウム・各種メディアを通じて、クリーンで安全性の高いCNエネルギーである液化水素の優位性を訴求
- **事業のモニタリング・管理**
  - 社長直轄の報告会議を定期的に行い、事業の進捗状況の管理に基づき、必要な判断・社内指示を実施
  - 報告会議では、NEDO殿を始めステークホルダーの方針、マーケット、他社状況も共有し総合的に判断

## 物価高騰に伴う予算増額の背景と自己負担の増額

### 物価高騰の状況とご支援策

液化水素価格について、昨年度にサプライヤ殿から得た見積価格は大幅に高騰。その他、エンジン部品・労務費なども高騰状態にあった。

液化水素に関してコンソ3社での交渉の結果、価格低減に至ったが、それでも事業開始時の予算価格を上回る状況にあった。

一方、「第27回産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会産業構造転換分野ワーキンググループ」において、予見性のない環境変化へ対策を講じることが決定され、弊社は高騰した液化水素を含む消耗品費、資材費、労務費へのご支援をお願いした。

2025年1月10日付で、NEDO殿より、委託事業の契約金額ならびに助成金の増額について通知をいただいた。

### 自己負担の増額

コンソ3社にて事業計画の見直しを図り、NEDOモニタリングWGで報告の上、2025年2月6日NEDO委員殿よりご承認をいただいた。

弊社は、事業取組内容の変更は無い。

当初計画より自己負担額は増額となるが、**継続して舶用水素エンジンおよびMHFSの社会実装に向け、取り組んでいく所存である。**

## 研究開発内容の詳細 (川崎重工業)

### 【水素エンジン開発】

#### 2023年度末(1<sup>st</sup> ステージゲート)

- ① 船用運用システムの開発  
リスクアセスメントを実施し、安全要求に対応したエンジンシステムおよび制御方法を開発する。  
→完了
- ② 多気筒エンジンの開発  
EGRシステムを搭載した実証エンジンの設計を完了する。  
→完了

#### 2026年度末(2<sup>nd</sup> ステージゲート)

- ③ 多気筒8Lエンジンの製造→製造完了  
→陸上試験中  
出力 2600kW (出力密度大)  
水素混焼率 $\geq 95\%$  (水素率高)



#### 2028年度末(3<sup>rd</sup> ステージゲート)

- ④ 多気筒12Vエンジンの実船実証  
実運用での負荷変動対応  
長期信頼性の確認



### 【MHFS開発】

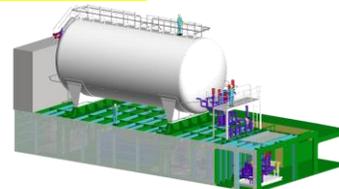
#### 2023年度末(1<sup>st</sup> ステージゲート)

- ① 小型MHFS設計完了  
→完了
- ② 大型MHFS基本設計完了  
→完了



#### 2026年度末(2<sup>nd</sup> ステージゲート)

- ③ 小型MHFS製造→製造中  
ヤンマー殿開発エンジン向けの小型コンパクトなMHFSの製造を完了する。
- ④ 大型MHFS製造→製造中  
J-ENG殿向けの大型かつ高圧のMHFSの製造を完了する。

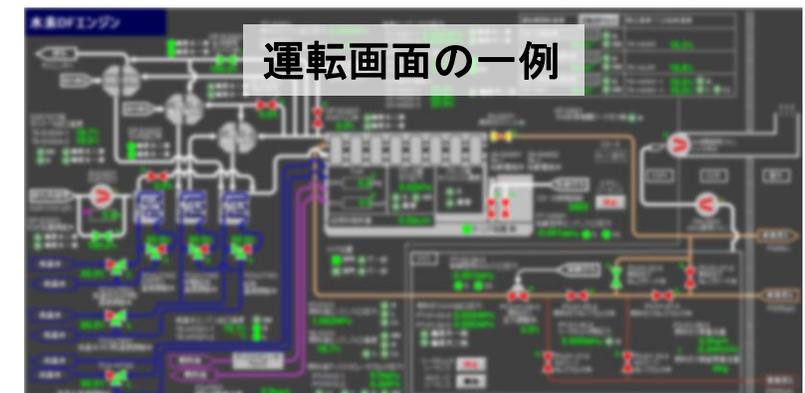
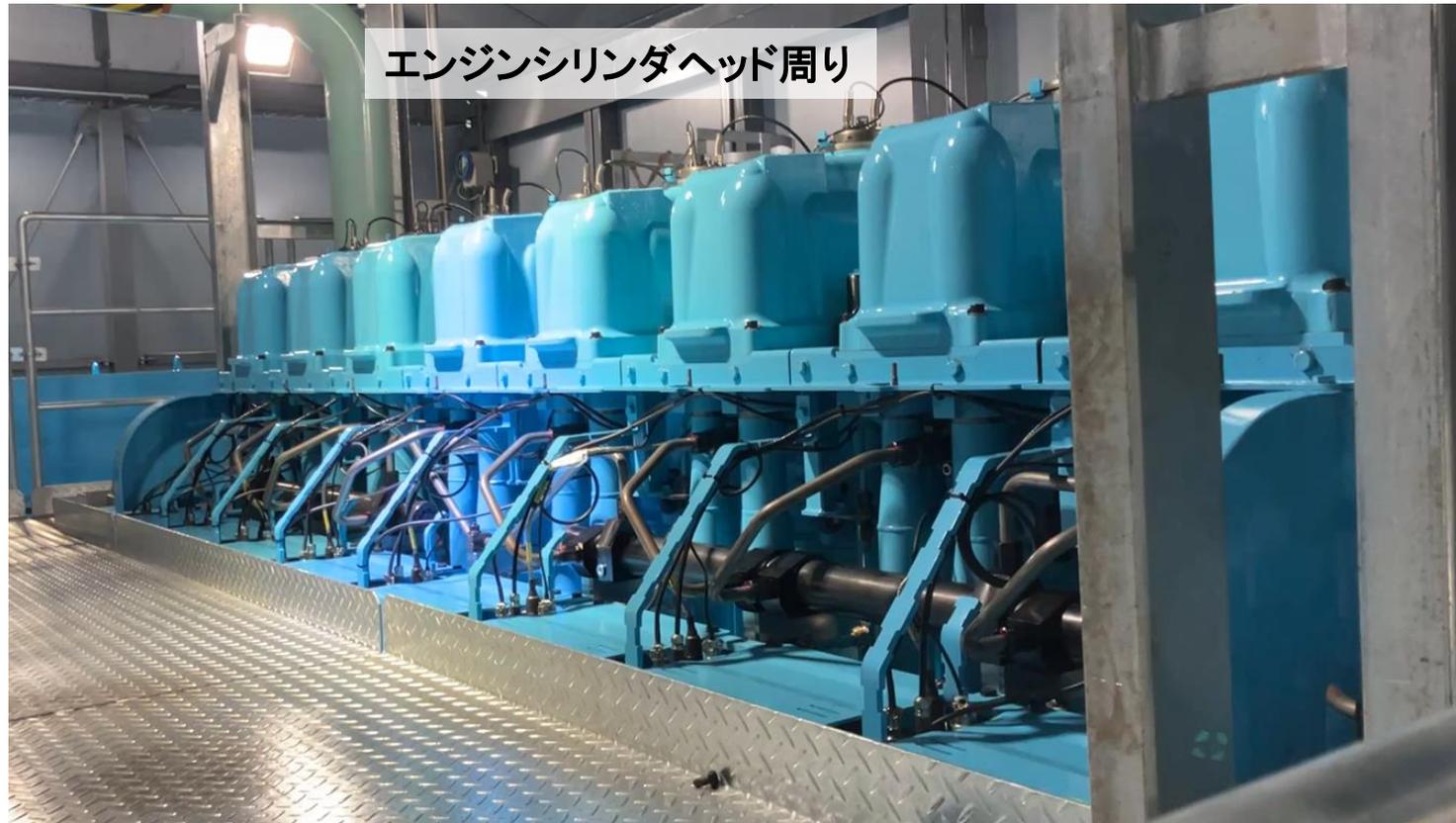


#### 2028年度末(3<sup>rd</sup> ステージゲート)

- ⑤ MHFSの実船実証  
実運用での負荷変動対応  
長期信頼性の確認



# エンジン陸上実証試験



- J-ENG本社工場にて、ディーゼル油での試験を開始。
- **2025/6月下旬より水素での運転を開始した。**

## 前回モニタリングWGでのご意見（各実施企業等共通）

ご意見	対応状況	関連ページ
<p>中長期的な取組を見据えた若手人材の育成・登用・外部流出の観点を含め、各社において標準化戦略の推進体制を充実させることも必要。</p>	<p>本開発は中長期に亘る開発となることから、開発当初より人材リソースの増強、異業種技術の導入、異業種マーケット戦略の参照も念頭に、中途採用、若手人材の登用を図っております。加えて、本開発によって社会実装される製品・サービスに関する標準化戦略の再構築、再確認のために、若手人材を主メンバーとした標準化戦略WGを新たに社内に立ち上げました。</p>	
<p>個社だけでなくコンソーシアムとしてのオープン＆クローズ戦略も意識しながら、海外顧客も含めた市場の形成・獲得に向けて、主要の港湾、燃料のサプライチェーン等も含めたステークホルダーとも連携し具体的に取組を進める必要がある。</p>	<p>水素燃料船の普及には、水素を船舶で利用するリスクを考慮した安全設計(HSE)の実施、適切な航続距離選択、バンカリングの安全性・容易性確保など多岐に亘る課題があると認識しています。これらは、エンジンメーカーだけで解決できる内容では無く、開発協力者(船主殿、造船所殿、船級殿)や燃料サプライヤーも含めた拡大コンソーシアムとしての開発、知財獲得とその利用におけるオープン＆クローズ戦略が重要と認識し、まずは密な連携を図っています。</p>	6
<p>海運業におけるCO2の排出削減目標の変化を始めとした、海事産業関連企業の動きを具体的に捉えつつ、ICS(国際海運会議所)等の国際機関や、国土交通省が主催する官民協議会等を通じた積極的な対話を通じて、競争優位性へと繋げていくことが重要。</p>	<p>IMOにおける水素燃料船ガイドラインの作成が本格化しており、国交省殿、NK殿、船技協殿と一緒にCGへの意見反映を行っております。また、液水バンカリングに関するISO化の動向が現れ始めたので、今後はICSなどを通じ、その策定に関わることが重要と考えております。</p>	6
<p>ターゲットとなる需要家のニーズを捉えて製品につなげるとともに、需要家に対して、製品の持つ提供価値を的確に伝えるための情報発信を行うことが重要。加えて、将来的な生産能力の構築に向けた資金調達の観点から、投資家等に対しても、積極的に市場や自社の成長性等の情報開示を行うことが必要。その際には、オープン・クローズ戦略等の多角的な要素を踏まえて、開示する情報を戦略的に検討すること。</p>	<p>ご指摘の通り、ターゲットとなる需要家のニーズを捉えて製品につなげるとともに、需要家に対して、製品の持つ提供価値を的確に伝えるための情報発信を行うことが重要と考えています。そこで、開発コンソーシアム(J-ENG, YPT, 弊社)+造船所(尾道造船)にて、水素燃料船コンセプト設計WGを立ち上げて、水素が最も適合する船種を選定し、試設計を行っております。そして、需要家の意見を吸い上げる予定です。</p>	9

## 前回モニタリングWGでのご意見（各実施企業等 川崎重工業株式会社）

ご意見	対応状況	関連ページ
<p>水素燃料への転換期であり、国際的にも優位性の高い技術と考えられるため、国際水素サプライチェーンの確立や海外展開に向けて、コンソーシアム内外のステークホルダー等とも連携することが重要。その上で、今後、港湾における水素供給システム、バンカリング等も含めた水素燃料船の市場動向並びに市場獲得に向けて具体的な取組策の具現化が必要。</p>	<p>船舶燃料として液化ガスを利用する場合における大きな課題の一つは、ご指摘の通りバンカリング技術と考えております。バンカリングにおいては、安全の確保、オペレーション人材の確保は当然のことながら、バンカリング前の予冷や燃料移送時に発生するBOGの最小化および発生したBOGの有効利用技術の開発が必須と考えています。弊社では、コンソーシアム内外のステークホルダー等と連携し、本技術開発の事業化を是非ご支援頂きながら進めたいと考えております。詳細について、別途ご説明申し上げます。</p>	11
<p>アンモニア燃料の活用が先行する中で、水素燃料について、用途開拓や需要家に対する情報提供など顧客獲得に向けた取組の推進が重要。</p>	<p>IMOにおいて、GHGの削減に関する燃料の評価においてWell to Wakeの考え方が導入されましたが、これは最終的にグリーン燃料へ移行することが求められるものと考えられます。従って、グリーンアンモニア、グリーンメタノールの製造においても、その製造にはグリーン水素が必要になることから、水素の需要が高まると考えられ、引き続き需要家に対する情報提供など顧客獲得に向けた取組を推進して参ります。</p>	
<p>エンジンメーカー3社でコンソーシアムを形成し、船舶用水素燃料エンジンを海外に先行して開発しているとの認識。開発したエンジンの普及に向けて、ライセンサーとライセンシーの関係構築並びに具体的にターゲットとする市場の獲得に向けた有効なルールの形成におけるビジョンの検討が重要。</p>	<p>具体的にターゲットとする市場の獲得に向けた有効なルールの形成に向け、前述の水素燃料船コンセプト設計WGの中でビジョン検討も進めます。ライセンサーとライセンシーの関係構築に関しては、まず我々がライセンサーとして水素燃料船の実船実証、社会実装を自ら行い、性能、信頼性等を確立して示すことが第一歩と考えています。</p>	9