

# 事業戦略ビジョン

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：ヤンマーパワーテクノロジー株式会社

代表名：代表取締役社長 田尾 知久

---

幹事会社：川崎重工業株式会社

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

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

# 目次

## 1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

## 2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

## 3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

## 4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

# 1. 事業戦略・事業計画

# 1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

## 世界的な温暖化対策の強化により、全ての船舶に対するグリーン化要求が高まっている

### カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

#### （社会面）

- 温暖化問題の表面化
- パリ協定（'15年、2℃目標）→IPCC1.5℃特別報告書（'18年）
- 世界各国で2050年のカーボンニュートラル目標を設定

#### （経済面）

- カーボンニュートラル目標達成のための大規模投資を要する
- EU Green Deal, 日本グリーンイノベーション基金等の補助施策・基金

#### （政策面）

- IMO GHG strategy（'18年設定、'23年改訂・目標強化）
- IMO 既存船燃費性能規制や燃費格付け制度の施行（'23年から）
- IMO中期対策枠組み具体化（GHG強度規制・課金制度案 '25年承認）
- EU ETS対象拡大（'24年）やFuelEU Maritime施行（'25年）

#### （技術面）

- 欧州2strokeエンジンメーカーのメタノール/アンモニアエンジン開発
- 欧州、日本4strokeエンジンメーカー等の  
水素/メタノール/アンモニアエンジン開発

#### ● 市場機会：

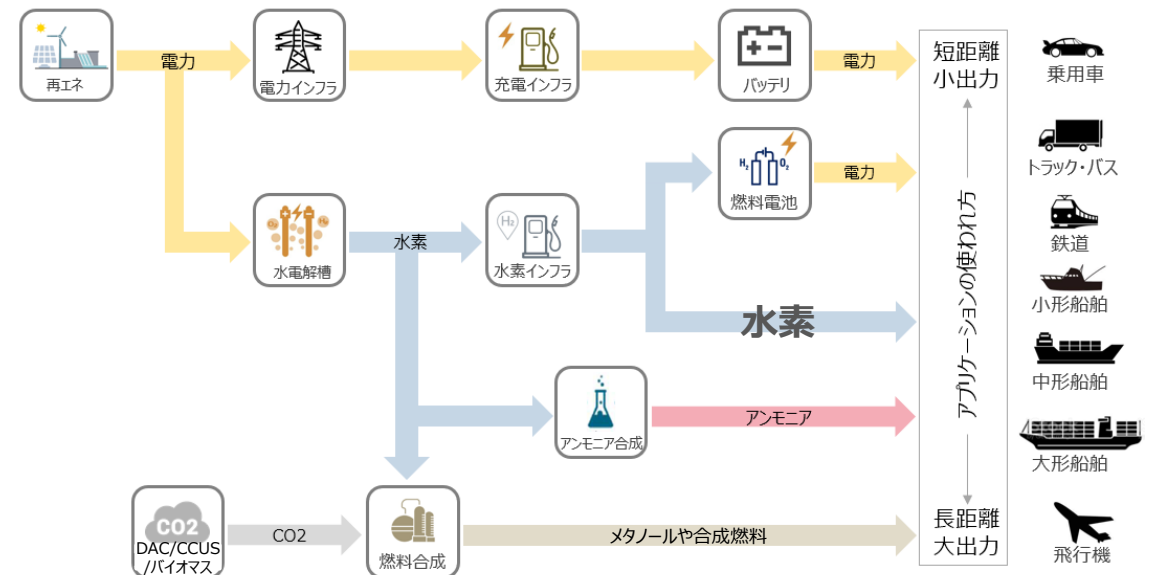
全ての船舶の低炭素化・脱炭素化が求められ、電動化が困難な領域においてはエネルギー効率改善だけでなく、水素等のグリーン燃料への転換が求められる。

#### ● 社会・顧客に与えるインパクト：

舶用機器において安全な新燃料利用技術を提供することにより、船主やオペレータなど顧客ビジネスの低/脱炭素化に貢献

### カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

#### 将来のエネルギーフローイメージ（移動体を想定）



出典：IEA Net Zero by 2050などをもとに作成

#### ● 当該変化に対する経営ビジョン：

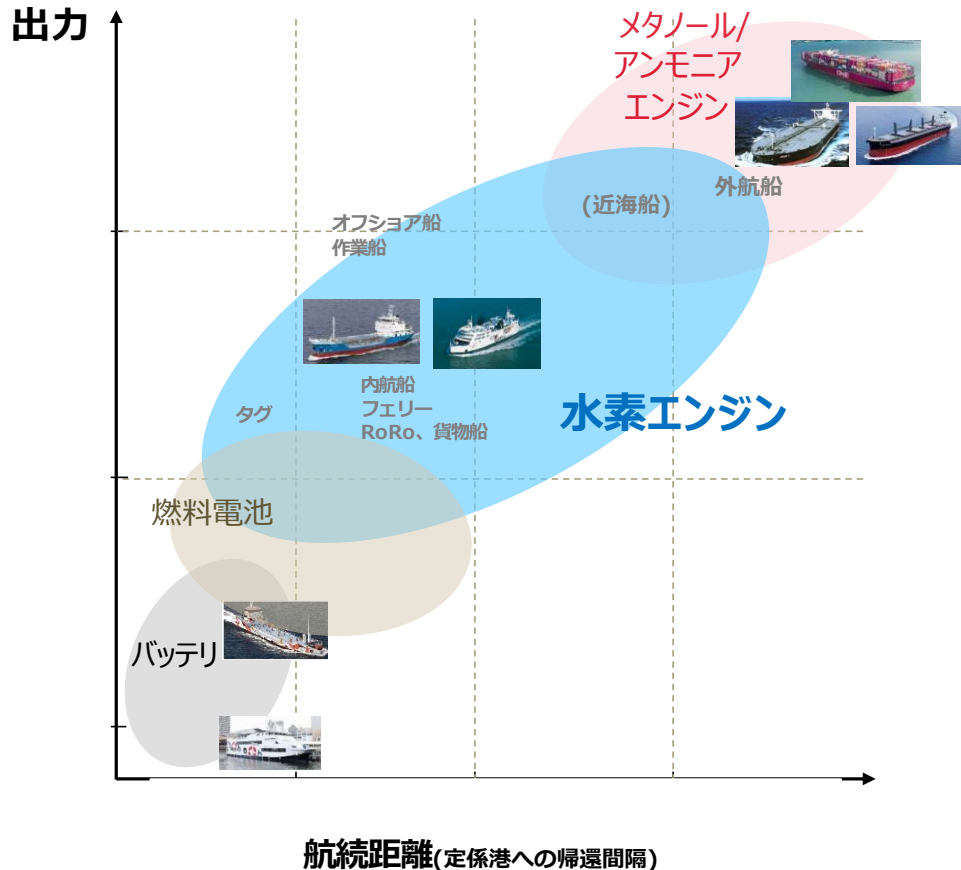
**A SUSTAINABLE FUTURE** —テクノロジーで、新しい豊かさへ。—  
(ヤンマーグループのブランドステートメント)

**A GLOBAL LEADER in Green Powertrain Technologies**  
環境負荷を最小化する動力を提供  
(ヤンマーパワーテクノロジー長期ビジョン)

# 舶用水素市場の中で外航船補機をメインターゲットとする

## セグメント分析

出力・航続距離に対する新燃料パワーソースの適合性イメージ



## ターゲットの概要

※IEA Net Zero by 2050 のMaritime shipping燃料シェア見通しより

### 市場概要と目標とする船種

- 水素が将来の主要燃料と想定される中、外航船補機を本事業のメインターゲットとする。
- アンモニア(外航深海船にて利用)を除く舶用燃料における水素燃料は、3~4割程度のシェアを占め、新造船においてはその比率はさらに高まると考えられる（2050年※）
- 上記水素燃料船における燃料電池適用範囲は、1MW以下の領域への限定が想定されることから、エンジンがその一部の領域を含めてパワーソースのマジョリティになると考えられる。

船種		市場成長率	顧客（船側）の課題	補機想定ニーズ
外航船	水素運搬船	水素需要増	・ GHG規制適合 ・ 大量輸送のための専用船開発 ・ 積荷の燃料利用	・ ボイルオフガス利用 ・ 水素混焼率の最大化（DF機関パイロット燃料の最小化）
	バルカー その他タンカー コンテナ等	荷動き増 化石燃料 需要減	・ GHG規制適合 ・ ペイロード確保	・ 小型・高出力化（付帯設備含め）
内航船	客船	電気推進 船やハイブリッド船の増加	・ GHG規制適合 ・ 冗長性、安全性確保 ・ 作業性・操船性向上 ・ 輸送サービス高付加価値化	・ 小型・高出力化（付帯設備含め） ・ 負荷応答性 ・ 蓄電池との協調制御 ・ 静粛性
	作業船			
	漁船			
	貨物船	メカ推進	・ GHG規制適合 ・ ペイロード、船速確保	・ 小型・高出力化（付帯設備含め）

## 2050年までの国際海運脱炭素化に向けた水素燃料エンジンの開発と社会実装の実現

### 社会・顧客に対する提供価値

- 幅広い用途におけるGHG排出削減
- 冗長性の高いエンジン提供
- 船舶のゼロエミッション化と機関室内の省スペース化のためのエンジンサイズ両立
- NOx, SOx規制満足維持
- 国内海事産業の活性化

### ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性

#### 1. 外航船に搭載する発電用エンジンや内航船に搭載するエンジンの燃料は、水素が一部普及する

- 顧客ニーズに応じたエンジン/燃料電池の提案
- システムインテグレーションによるエネルギーマネジメントシステムの提供



#### 2. 水素燃料インフラの整備状況を踏まえた水素燃料・中高速エンジンの市場投入

- インフラ整備の初期段階  
ディーゼル燃料油も使用可能な水素二元燃料(DF)エンジンの提供  
(冗長性確保も可能)
- インフラ整備進行  
水素専焼エンジンの提供





# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

## 市場導入(事業化)しシェアを獲得するために、ルール形成(標準化等)を検討・実施

標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

（将来考えられる海外の基準・規則動向）

- ISO 液化水素燃料
- ISO 液化水素バンカリング操作の安全性とリスク評価
- IMO 水素燃料船IGFコード
- IMO 新燃料(水素・アンモニア)使用時の排ガス計測方法

（将来規制動向）

- IMOによる船舶からの温室効果ガス(GHG)削減規制



- 公衆安全要求を基準・規則（国際条約・船級規則・国内法）に反映
- 新燃料使用に伴う共通課題を当コンソ・HyEng社で開発・解決
- 基準・規則適合および課題解決技術として、当コンソの製品および技術パッケージ（ライセンス）を提供
- 当コンソ製品および技術パッケージ（ライセンス）の優位性を見る形にするため、民間認証・格付などの新取組みを模索



【現状】

- IMOによる船舶からの温室効果ガス(GHG)削減戦略の強化あり
- 上記標準化戦略の考え方に基づき、当コンソの要望としてClass NK殿と船級規則化における技術要件に関する議論を開始
- IMO水素燃料船ガイドライン策定において、コメント対応を国交省殿、船技協殿、海技研殿、ClassNK殿、当コンソ、HyEng社で取組中。

国内外の動向・自社におけるルール形成(標準化等)への取組状況

- 水素エンジン事業～標準化戦略立案・推進を行う専門部署を各社で設立済
- 製品・技術パッケージ(ライセンス)を支える新技術の知的財産取得を確実に実施
- オープン＆クローズ戦略において、オープン領域とクローズ領域(例：コア技術／燃焼制御)について検討し、特にオープン部分における事業戦略を検討
- 水素燃料推進システム全体提供、船舶設計支援等、当コンソの優位性を活かした事業戦略を立案・推進



水素エンジンを含む推進システムに関わる具体的取組内容

- ゼロカーボン燃料の排ガス計測方法、NOx認証の取得方法
- 水素に対するシール技術（ガスケット、パッキン）の構築
- 配管材料等の選定・使用基準
- 様々な設置場所における水素漏洩検知センサーの選定・使用基準
- 水素燃料推進システムの取扱、安全対策の基準
- 水素燃料船に乗船する船員教育体制構築



【現状】

- 排ガス計測方法、NOx認証において、ワーキングチームを3社で立上げ、共通化を推進。共通の認証方法についてClassNK殿と協議中。
- 共通課題情報（シール、配管材料、センサー）を3社で共有するワーキングチームを設立済
- 船員教育については、代替燃料使用に伴う課題認識と技術動向共有のため、海技大学校との情報・意見交換を開始

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

## 開発成果のオープン&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文章として、本プロジェクトの外航水素燃料船を紹介



自社の強みを活かし、社会・顧客に対して「GHG排出削減」という価値を提供する。

## 自社の強み、弱み（経営資源）

### ターゲットに対する提供価値

- GHG排出削減
- GHG削減効果を多数の船に展開



### 自社の強み

- 外航補機関で世界トップシェア
- LNG-DFエンジン、SCR◇を自社開発できる技術力
- 全世界に展開する販売、サービスネットワーク

### 自社の弱み及び対応

- 中国ライセンスメーカーに対する価格競争力  
⇒ 先行的な技術確立、市場投入による実績蓄積  
⇒ 上記に基づく性能、品質面での競合優位性確立  
⇒ サービスネットワークによる迅速な市場への展開

## 競合との比較

### 自社

#### 技術

- LNG-DFエンジン(燃焼)技術力  
自社製エンジンへの尿素SCR適合力  
(触媒装置設計)  
(エンジン制御/排ガス温度コントロール)
- エンジニアリング、アフターサービス面
- (将来)新燃料システム全体を  
インテグレーションする技術力

#### 顧客基盤

- ヤンマー船用ディーゼルエンジンへの  
信頼度/期待感  
(外航補機関で世界トップシェア確保)
- LNG-DFエンジン、SCRにおける市場投入実績
- 世界各地に広がるサービスネットワーク

### 競合

- 欧州ライセンサーもしくは  
欧州エンジニアリング会社からの  
技術供与によるエンジン開発

- 低価格販売
- ネットワークは未熟  
(ただし急成長の可能性あり)

### (国内)

- LNG-DFエンジンの自社技術を保有  
しているものの、当社よりサイズが大型  
傾向にある。

- 船用ディーゼルエンジンの顧客基盤を有するが  
当社よりは劣る。

# 2021年に研究開発開始、2030年頃の事業化、2037年頃の投資回収を想定

(高速機関は2032年頃の事業化)

投資計画

中速  
事業化  
高速  
事業化  
投資  
回収

年度	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
研究開発費	約61億円(コンソーシアム全体) ※																	
							ラインナップ化											
設備投資				生産に向けた投資														
CO2削減量 (万t)										約83万トン								

※金額は本事業開始時のもの

## 研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

### ■ 早期社会実装と普及拡大の実現

#### 研究開発・実証

- 開発機種を選別
- 対応技術の組合せと適合
- コンソーシアム内での船社・造船所との意見交換による実装を睨んだ開発内容への反映
- 積極的な知的財産権取得
- 開発段階からの船級との意見交換による国際ルール化への反映
- 日本海事協会(NK)とのミーティングを適時実施  
⇒水素エンジンの設計承認取得に向けた取り組みに順次移行

- 水素混焼率95%中速エンジンの開発**
- ユーザー視点に立ったシステム開発
- 国際ルール制定参画と同ルールの先取り及び市場展開

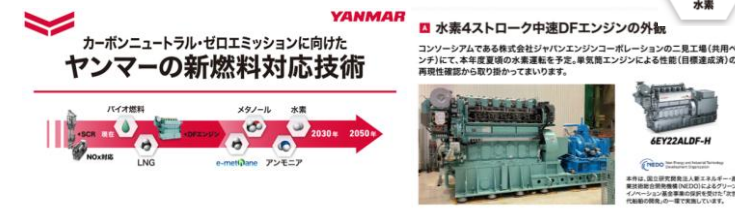
#### 設備投資

- 中速エンジン技術開発のための単筒機試験用設備への投資完了
- 水素エンジン生産のための投資計画として、GX移行債による補助を受け、2025年度より具体的な検討に着手**（複数台運転に対する容量確保）
- 以下の生産～販売（1<sup>st</sup> ステップ）  
水素中速4ストロークエンジン  
水素高速4ストロークエンジン
- 高速エンジン開発に向けた単筒機試験設備の導入実施

- 新燃料エンジン開発・生産拠点整備により、GHG排出削減への流れを加速

#### マーケティング

- 環境規制強化に対応した販売
- 他の新燃料動向注視と適宜対応



- バリシップ2025でのプレゼン
- 船主・造船所殿との意見交換会実施
- 弊社技術懇談会～国内外において、船主・造船所殿へPR（広報活動）

- 外航商船補機シェア世界No.1
- 早期開発による市場展開加速とシェア拡大

取組方針  
と  
進捗状況

国際的な  
競争上の  
優位性

2021

水素燃料電池搭載船の実証運航

プレジャーボートの設計・製造

舶用水素システムのインテグレーション技術獲得



2023

水素燃料電池システム商品化

舶用水素システムの市場投入開始



2028～

本事業における実船実証運航

委託事業で開発する舶用水素DFエンジンと  
MHFSを油槽船に搭載

大容量舶用水素システムの利用技術確立



2030～

舶用水素エンジンの社会実装

外航船に向けた舶用水素DF・専焼エンジンの  
商用化、大型/小型CTV等内航船への展開





## YANMAR GREEN CHALLENGE 2050

### ■ ブランディングの強化

- 中長期的な企業価値向上に関する情報開示
- 持続可能な社会を目指し、  
「YANMAR GREEN CHALLENGE 2050」を推進中
  - <課題>
    - 「GHG排出量ゼロの企業活動を実現する」
    - 「循環する資源を基にした環境負荷フリーの企業活動を実現する」
    - 「お客様のGHG排出ネガティブ・資源循環化に貢献する」
- グループ全体での脱炭素戦略に基づき、水素戦略を加速
- ヤンマーグループのブランドステートメント「A SUSTAINABLE FUTURE」の実現に向け、CSR報告書等により推進状況を開示
- バリシップ・Nor-Shipping・MARINTECH CHINA、マレーシア船用工業セミナー、ギリシャ技術セミナー、日船工/トルコ船主協会セミナー、Sea Japan・Posidoniaなど、海事展を中心として、水素燃料対応の開発状況を継続的に情報発信
- 2024/5には社員含む1,000人以上の規模で技術懇談会を開催  
舶用水素エンジン開発に向けた取り組みを顧客にPR

Nor-Shipping  
2025



バリシップ  
2025



## 国の支援に加えて、コンソーシアム全体で77億円規模の自己負担を予定

### 資金調達方針

	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度	2029 年度	2030 年度	2031 年度	2032 年度	2033 年度	2034 年度	2035 年度			
事業全体の資金需要	約249億円(コンソーシアム全体)																	
うち研究開発投資	約229億円(コンソーシアム全体)										本事業終了後も性能改善及び バリエーション展開の開発を 継続							
国費負担※ (委託又は補助)	約172億円(コンソーシアム全体)																	
自己負担 (設備投資含む)	約77億円(コンソーシアム全体)																	

※消費税、インセンティブを含まない

※毎年委託事業のインセンティブ相当分は自己負担として計上

※金額は本事業開始時のもの

（自己負担が会社全体のキャッシュフローに与える影響）

- 金額影響は大きいものの、既存事業における収益、新規事業における収益、将来成長への投資等を考慮した中長期計画を策定しており、キャッシュフローにおいても、これらを含めた枠の中での計画としている。



## 2. 研究開発計画

## 下記アウトプット目標を達成するために必要なKPI

### 研究開発項目

#### 1. 補機用\_中高速\_ 4ストロークエンジンの開発

### 研究開発内容

① 安全対策・水素脆化  
対策

② 水素燃焼・制御技術  
確立

③ 水素混焼実機開発

④ 水素専焼実機開発

⑤ 実証運航

### アウトプット目標

- ・船舶のゼロエミッション化のため、水素専焼エンジンを開発する。
- ・但し、舶用水素インフラが整備されるまではディーゼル燃料との併用が必要になるため、冗長性確保を考慮して水素DF/混焼エンジンの開発も行う。

### KPI

- ・水素燃料エンジン向けの材料選定指針立案
- ・機関室の安全対策指針策定

- ・中速単筒機による95%水素混焼実証
- ・高速単筒機による水素専焼実証

- ・水素混焼率95%、出力800kWの  
中速エンジン開発完了

- ・水素専焼、出力1400kWの  
高速エンジン開発完了

- ・水素DF/混焼エンジンでの実証運航完了

### KPI設定の考え方

水素エンジンの実現と船舶に搭載するための  
課題を抽出・解決する。

パイロット燃料を使用しない専焼エンジンの技術開発により、  
ゼロエミッション化を図る。DFエンジンではパイロット燃料を使用  
するが、最大限のGHG削減効果を得る。

外航船補機として主流のエンジンスペックであり、  
幅広い用途に適用可能な出力帯である。

高速化により、小形(コンパクト)で高出力の  
水素専焼エンジンを実現する。

船舶への搭載や運用面に関する課題を抽出  
し、解決を図る。

# 各KPIの目標達成に必要な解決方法

	KPI	現状	達成レベル	解決方法
1	安全対策・ 水素脆化対策	・機関室の安全対策 指針策定 ・水素燃料エンジン 向けの材料選定指針 立案	実証機設計 (TRL5) ↔ 実証機設計 ・運航計画 への展開 (TRL6)	・ 機関・機関室についてのリスクアセスメントによる解決策検討 ・ 材料劣化等の要素試験による部品選定 指針策定
2	水素燃焼・制御 技術確立	・中速単筒機による 水素混焼実証 ・高速単筒機による 水素専焼実証	中速単筒機 での実証 (TRL5) ↔ 中速単筒機 での実証 (TRL5)	・ 水素・ディーゼルDF(デュアルフューエル) マイクロパイロット着火燃焼方式の確立 ・ 水素火花点火燃焼方式の確立 ・ シミュレーション計算による諸元最適化 ・ 異常検知制御技術の確立
3	水素混焼実機開発	水素混焼, 出力800kW 中速エンジン開発完了	実証機設計 (TRL5) ↔ 中速DF 多気筒機で の実証 (TRL6)	・ ①②の成果展開と実機設計 ・ 工場実証試験 ・ 水素エンジンに適合したSCR◇システム開発
4	水素専焼実機開発	水素専焼, 出力1400kW 高速エンジン開発完了	構想段階 (TRL2) ↔ 高速専焼 多気筒機で の実証 (TRL6)	・ ①②の成果展開と実機設計 ・ ③⑤中速混焼エンジンからのフィードバック ・ 工場実証試験
5	実証運航	水素混焼 エンジンでの実証 運航完了	構想段階 (TRL2) ↔ 混焼機関 での 実船実証 (TRL8)	・ 船舶への水素燃料エンジンコンテナパッケージ のレトロフィット ・ 遠隔監視による運転状態把握と商品への フィードバック

◇SCR (Selective Catalytic Reduction) : 選択的触媒還元 (排ガス後処理)

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 安全対策・水素脆化対策	・水素燃料エンジン向けの材料選定指針立案	・買入部品での材料選定 メーカーからの水素脆性に関する資料入手(要素評価)：完了 ・中速単筒機運転後の開放点検 試験機より部品抜取～使用後評価：完了(センサ使用継続) ・クランクケースへの水素漏洩 多気筒工場実証機用掃気システム：二見工場に設置	○ 計画通り
2 水素燃焼・制御技術確立	・中速単筒機による95%水素混焼実証	KPI達成済	◎ 開発項目完了
3 水素混焼実機開発	・水素混焼率95%, 出力800kW 中速エンジン設計完了	・多気筒工場実証用エンジン 水素仕様への改装：完了 二見工場への据付：完了 計器類実装：完了 ・多気筒工場実証試験設備,計測器導入工事：完了 ・NKとの認証取得に向けた協議：継続実施中	○ 計画通り (24年度計画変更後)

# 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容

直近のマイルストーン

残された技術課題

解決の見通し

1 安全  
対策・  
水素  
脆化  
対策

・水素燃料エンジン  
向けの材料選定指針  
立案

’26:機関室の安全対策指針策定

・多気筒工場実証機向け掃気システムのエンジン上  
での評価

2 水素  
燃焼・  
制御  
技術  
確立

・中速単筒機による  
95%水素混焼実証

特になし  
  
**KPI達成済**

3 水素  
混焼  
実機  
開発

・水素混焼率95%,  
出力800kW  
中速エンジン設計完了

・多気筒工場実証機運転ベンチの構築  
・同上における単筒機での性能再現

・左記準備継続

4 水素  
専焼  
実機  
開発

2026-30年度の  
取り組み

5 実証運航  
  
・実証港湾の検討：  
継続  
・DF/混焼実施時期：  
28年度

## 参考資料（ヤンマーパワーテクノロジー）

---



参考資料 多気筒工場実証機の準備状況

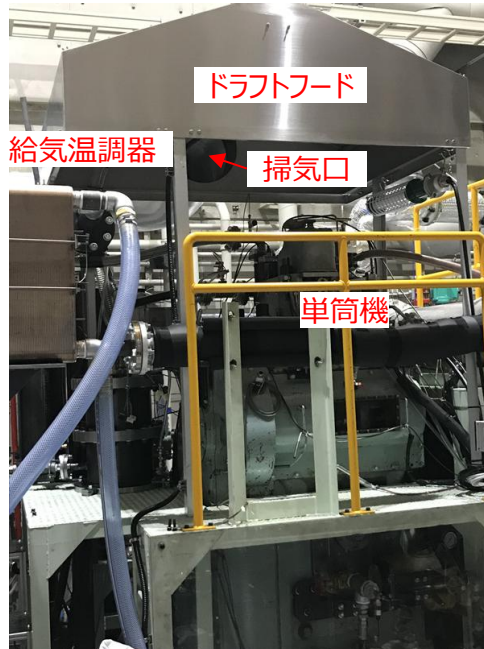
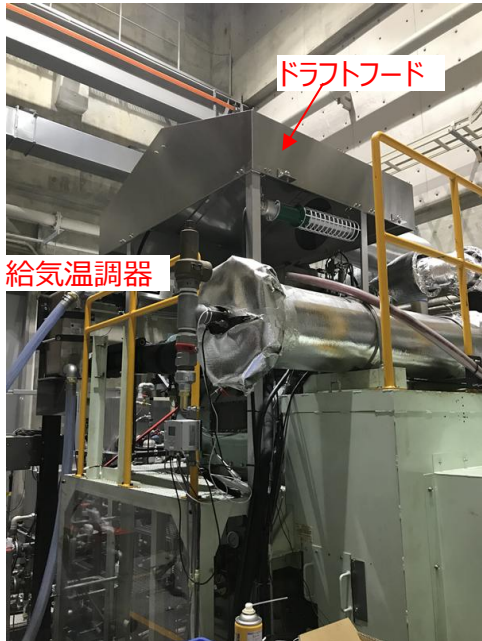


## 2. 研究開発計画に対する進捗・参考資料（ヤンマーパワーテクノロジー）

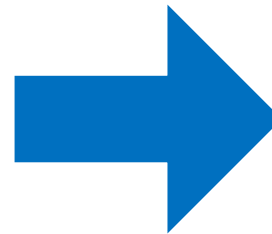
### 多気筒工場実証機：6EY22ALDF-H形機関の試験状況

#### 水素DF中速単筒機試験

FY24完了



燃焼技術



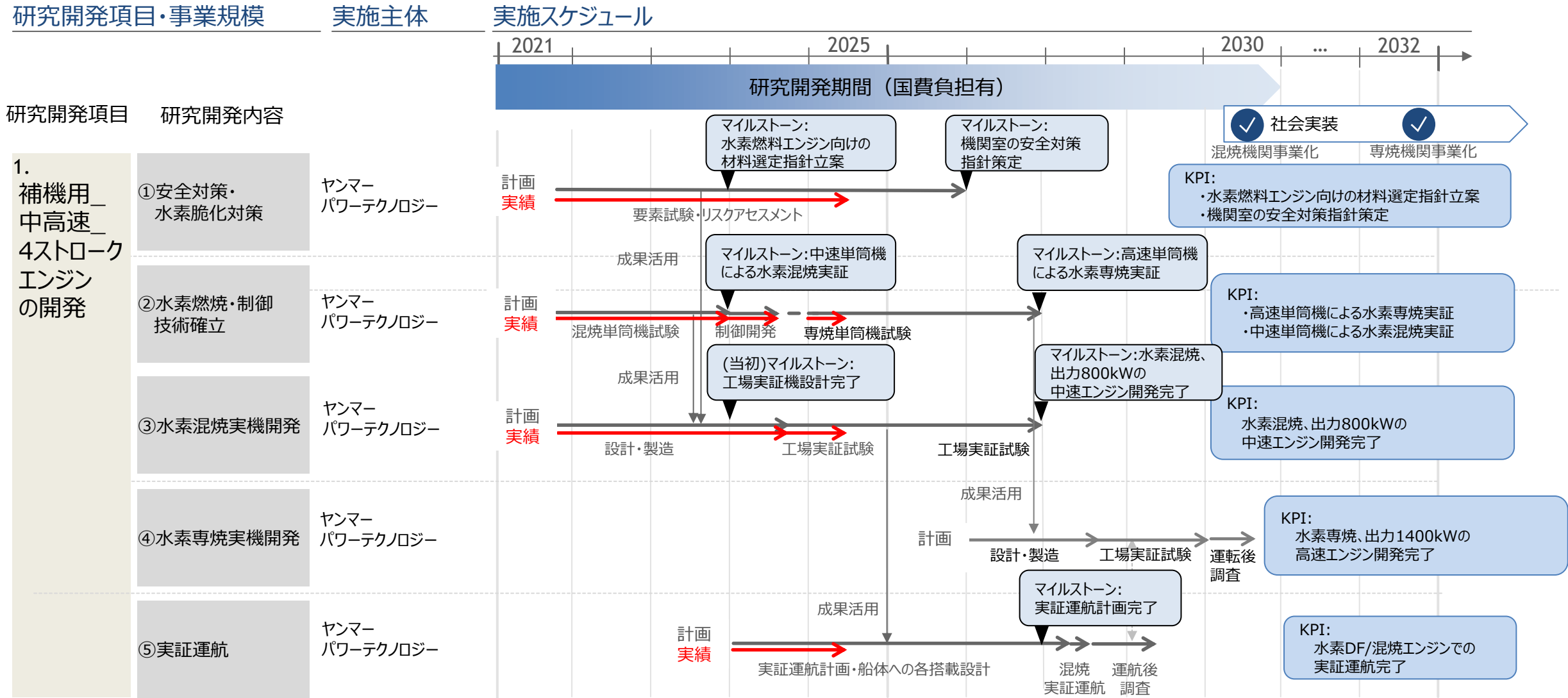
安全対策

#### 多気筒機製造 [6EY22ALDF-H形の外觀]



- ・中速単筒機によるKPIの達成と共に、確立した要素技術を展開して多気筒機を製造
- 水素混焼の陸上実証フェーズが進行中

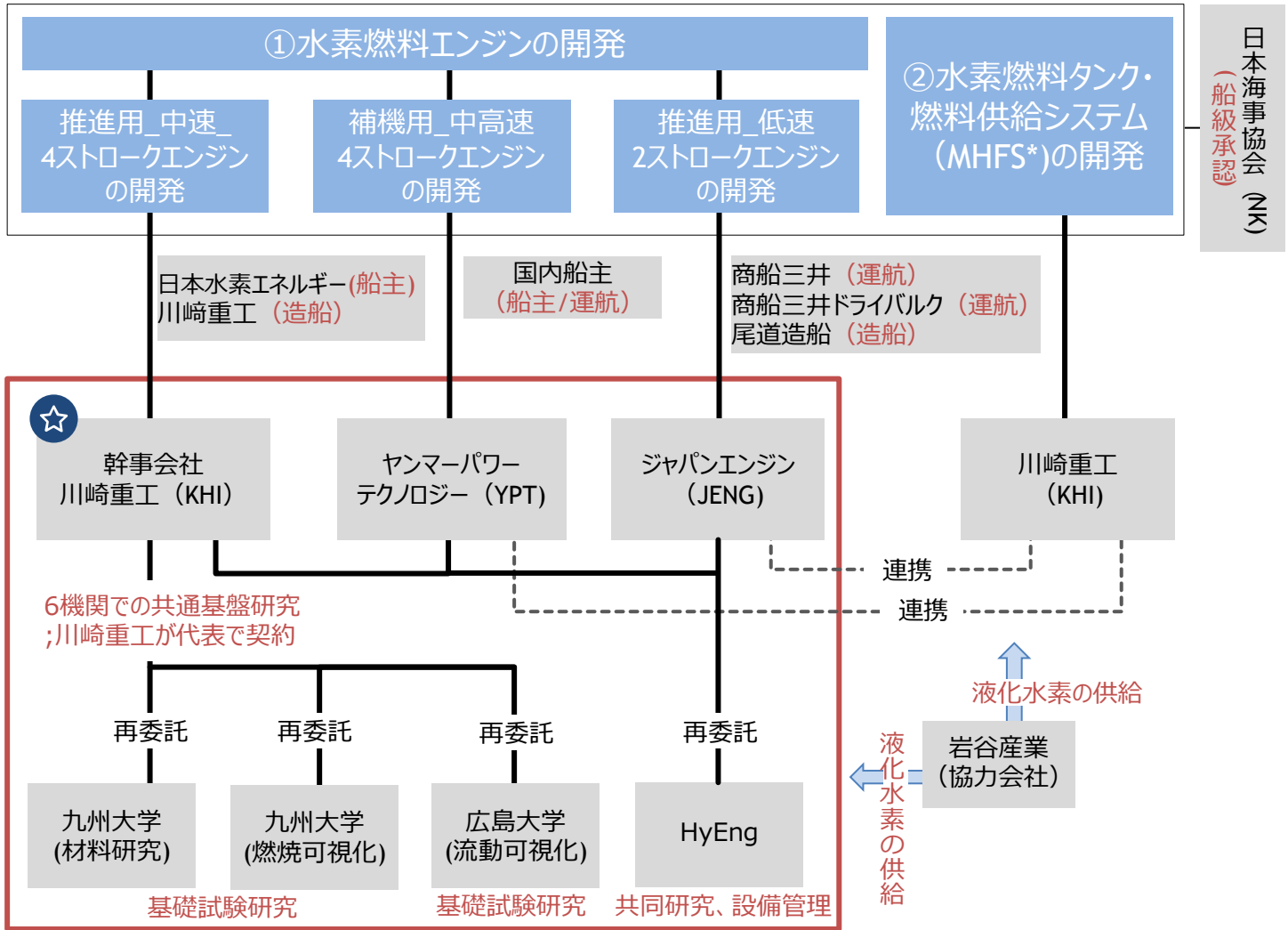
研究開発の大日程と各ステージゲート



# 各社の共通の課題を効率よく解決し、最速の製品化を目指した研究開発体制を構築

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

実施体制図



各主体の役割と連携方法

## 各主体の役割

- KHIが、プロジェクトの幹事会社を担う。
- KHIは、推進用中速4ストローク水素エンジンの開発及び、YPT社とJ-ENG社向けのMHFSの開発を行う。
- YPT社は、発電補機用中高速4ストローク水素エンジンの開発を行う。
- J-ENGは、推進用低速2ストローク水素エンジンの開発を行う。
- 上記3社及びHyEng（上記3社の合併会社）、九州大学、広島大学の6機関で共通基盤技術の研究を行う。
- HyEngは安全性、材料、燃焼の研究を行う。
- 九州大学は、水素対応の材料試験、燃焼試験を行う。
- 広島大学は、水素燃料の混合気形成・流動可視化試験を行う。
- 岩谷産業は、エンジン開発試験用及び実船実証用に、液化水素を供給する。

## 研究開発における連携方法

- 6機関の共通基盤研究を実施するために、九州大学、広島大学とはKHIが代表で、HyEngとは個社ごとに再委託契約を締結する。
- YPT及びJ-ENGはKHIに対して、それぞれの開発エンジンに必要なMHFSの仕様を示し、それらを基に、KHIがMHFSの研究開発を行う。またエンジンとMHFSを組み合わせた実船実証を共同で行う。
- KHI, YPT, J-ENGから岩谷産業に、試験や実証に必要な液化水素の発注を行う。また、将来の水素燃料のバンカリングシステムや拠点の共同検討を行う。

## 2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

### 国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
1. 補機用_中高速_4ストロークエンジンの開発	1 安全対策・水素脆化対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガス・船用LNG-DF機関の開発実績</li> <li>国内初IGFコード対応船舶へのDF機関搭載設計</li> <li>燃料電池搭載ボートの設計技術</li> </ul>	→ 船舶への水素燃料電池システム設計ノウハウをエンジン設計に展開できる点が優位。
	2 水素燃焼・制御技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>小形単筒機・産業用エンジンでの研究成果</li> <li>シミュレーション技術(1D,3D)</li> </ul>	→ 欧州エンジニアリング会社技術提供による中国メーカー等の開発加速がリスク
	3 水素混焼実機開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>DF機関に関連した特許件数：21件</li> <li>DF関連の論文発表：4件</li> <li>船用LNG-DFエンジン開発技術</li> </ul>	→ 船用LNG-DFエンジンでの実績 欧州エンジンメーカーによる水素燃料4ストロークエンジンの早期開発がリスク
	4 水素専焼実機開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガス機関に関連した特許件数：35件</li> <li>陸用ガスエンジンに関する研究開発</li> </ul>	→ 長年の陸用ガスエンジンでの実績 欧州エンジニアリング会社技術提供による中国メーカー等の開発加速がリスク
	5 実証運航	<ul style="list-style-type: none"> <li>船舶へのDF機関・電気推進システムの搭載設計技術</li> <li>自社製遠隔監視によるエンジン状態診断</li> </ul>	→ 国内での水素燃料エンジン搭載フェリー竣工が先行（CO <sub>2</sub> 削減率50%）

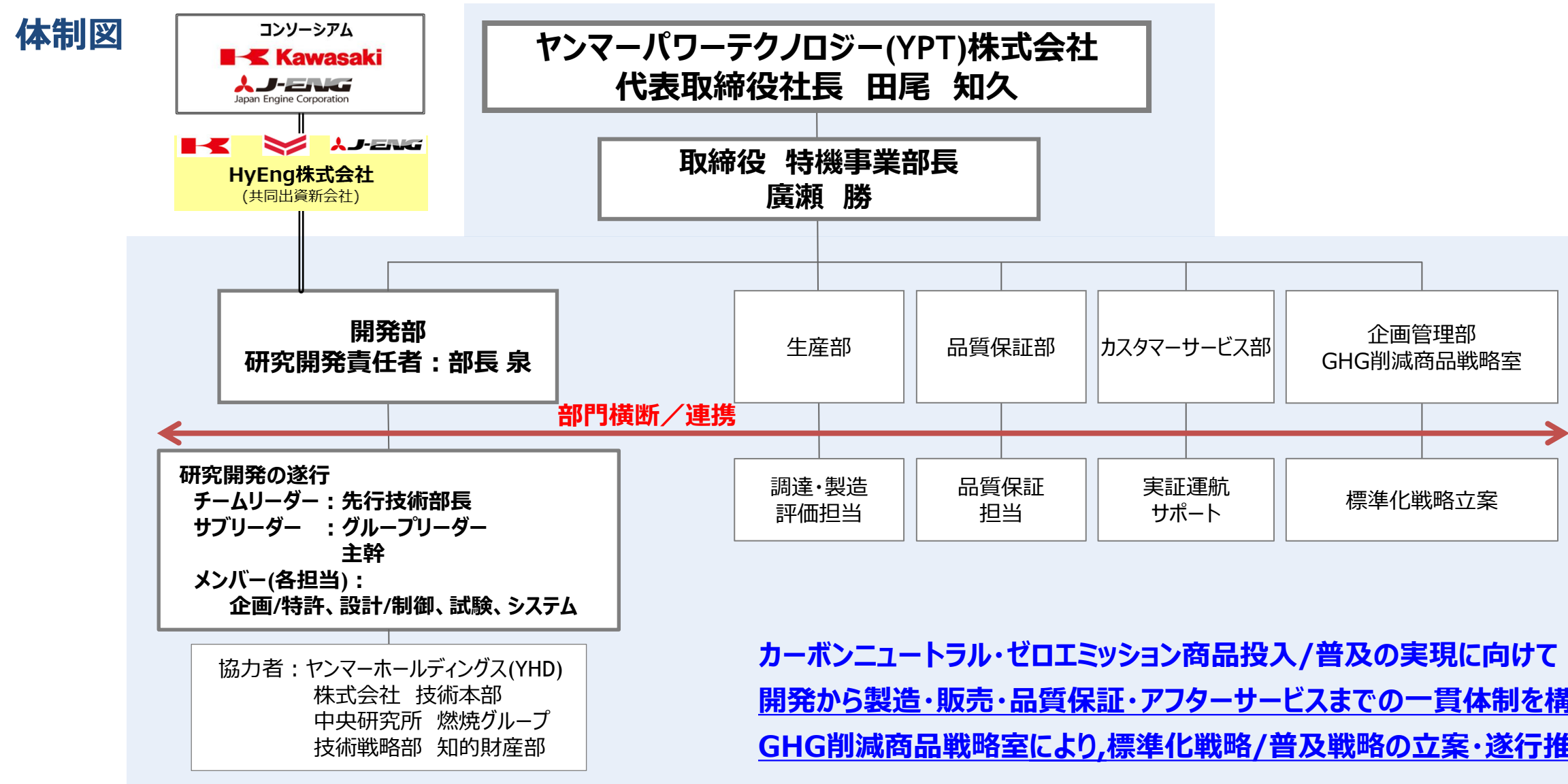


# 3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

### 3. イノベーション推進体制／（１）組織内の事業推進体制

経営者のコミットメントの下、専門部署を中心とした担当チームを設置





### 3. イノベーション推進体制／（2）マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

## 経営者等による本事業への関与の方針

### （1）経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
  - 「A SUSTAINABLE FUTURE ーテクノロジーで、新しい豊かさへ。ー」をブランドステートメントとして掲げ、持続可能な社会の実現を目指し、「人間の豊かさ」と「自然の豊かさ」の両立を「新しい豊かさ」と位置付ける。
  - お客様の課題を解決するとともに、「未来に向けて人間と自然が共生する」という我々が担っている社会的責任を果たすべく、「グループ環境ビジョン 2030」を掲げ、ホームページ上でも明示2050年度に向けた中長期での5つの戦略課題の1つとして「循環する資源を元にした環境負荷フリー・GHGフリー企業への挑戦」を掲げ、「YANMAR GREEN CHALLENGE2050」を設定し、各事業・コーポレートでの対応を加速
  - YPT特機事業部では、脱炭素社会の実現に貢献すべく、ソリューション提案を継続推進。2024年1月には舶用水素燃料電池システムで日本海事協会から国内初のAIPを取得し、市場投入、バッテリーシステム、バイオ/LNG-DFなどGHG削減商品を提供中
- 事業のモニタリング・管理
  - 事業運営・管理体制  
公的研究費を活用して実施する補助事業等の運営・管理を適正に行うため、最高管理責任者の下、補助事業統括、推進管理、事業推進、内部監査それぞれの責任者を設定

- 経営層の指示  
経営層（最高管理責任者）への進捗報告、事業推進に関する監査を定期的実施する仕組みを社内規程として制定している。
- 社内外からの意見取り込み  
弊社グループ内の研究部門の他、大学や社外の協力会社等から幅広い意見を取り入れられる体制で事業を推進している。

### （2）経営者等の評価・報酬への反映

- 2021年度のYPT特機事業部中期ローリングにおいて重点戦略テーマとして、「カーボンニュートラル拡大に向けた多燃料パワーソース獲得」を設定2022年度にYPT特機事業部方針の重点課題として設定後、継続して、月例会議にて進捗を報告・管理
- 2025年度も、YPT特機事業部方針の重点課題の1つとして、「パワーソース多燃料化商品投入」を掲げ、本水素エンジンの開発を重点フォロー中
- 重点課題の達成度は事業部の評価項目となっており、事業の進捗状況が事業部長の評価に反映される仕組みとなっている。

### （3）事業の継続性確保の取組

- 2021年度から継続して2025年度もYPT特機事業部中期ローリングにおける重点戦略テーマに位置づけをした上で、機能別戦略として具体的なアクションプランを作成し、中期関連資料として関連部門長で共有済み。
- 中期事業戦略は、事業部長の引継ぎ資料の1項目として扱われるため、正確かつ確実に引継ぎが実施される体制を担保している。

## 経営戦略の中核に水素事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

### （１）取締役会等コーポレート・ガバナンスとの関係

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
  - 2021年度ヤンマーグループ中期戦略立案方針において、長期的に目指す姿の1つとして「循環する資源を元にした環境負荷フリー・GHGフリーの企業になる」を掲げ、グループとして脱炭素戦略を策定
  - 当社尼崎工場では2024年度からCO<sub>2</sub>排出0のグリーン電力購入を開始したとともに、場内設置の太陽光パネルの増設を実施（GXリーグへは現状未参画だが、CSRDを通じてヤンマーグループとして気候変動に対するリスクと機会の分析を進めており、気候変動への対策は確実に推進）
- 経営戦略への位置づけ、事業戦略・事業計画の決議・変更
  - YPT特機事業部として、カーボンニュートラル実現に向けた商品ロードマップ、研究開発費投資計画を策定  
毎年の中期ローリングにてリバイスを実施  
毎月開催の事業部内執行会議において、重点課題として計画の進捗を継続フォロー
- コーポレートガバナンスとの関連付け
  - YHDの中期戦略レビュー（グループ戦略会議）で承認済  
2024年度、中期事業戦略ローリング内容について承認済  
2025年度もローリング実施中
  - YHD主催の事業報告会にて、重点課題であるカーボンニュートラルへの対応進捗を月次で報告

### （２）ステークホルダーとの対話、情報開示

- 中長期的な企業価値向上に関する情報開示
  - グループ全体を包括する脱炭素戦略内のグループ水素戦略を加速
  - ヤンマーグループのブランドステートメント「A SUSTAINABLE FUTURE」の実現に向け、CSR報告書等により、適宜、推進事項を開示中
  - GI基金採択はプレスリリースにて公表済み(2021年10月26・27日)
  - 2023バリシップ・Nor-Shipping・MARINTECH CHINA、マレーシア船用工業セミナー、ギリシャ技術セミナー、日船工/トルコ船主協会セミナー、Sea Japan・Posidonia2024などで水素燃料対応の開発状況を積極的に情報発信
  - 2024/5/29には社員含む1,000人以上の規模で技術懇談会を開催  
船用水素エンジン開発に向けた取り組みを関係各所に紹介
  - 2024/9SMM\*出展、シンガポール船主大会出席  
ほか欧州、中国など船主、造船所を訪問し水素燃料対応をアピール
  - バリシップ2025でのPRをはじめ、本年度も活動を継続
- 企業価値向上とステークホルダーへの説明
  - 非上場であるため、投資家への説明予定は無いが、金融機関等へは実施
  - 2024年株式会社日本政策投資銀行のDBJ環境格付けにおいて、“最高ランクA”を20年連続で取得
  - 定期的に行っている取引先、従業員への事業状況説明会などの場で、特機事業部方針とその進捗報告を継続実施
  - タウンホールミーティングや説明会を定期、不定期で従業員向けに開催

# 温室効果ガス排出削減のための取組状況

## 温室効果ガス排出削減のための取組状況

- ・当社は、GXリーグに参画しておらず、また「2022年度CO<sub>2</sub>排出量が20万 t 未満の企業」に該当
- ・温室効果ガス排出削減のための具体的な取り組みは以下の通り。

【電気】

- ・事業継続計画対応でDFエンジンを既に設置しており、カーボンニュートラル（CN）ガスの使用比率を段階的に上げる中期計画で太陽光パネルの設置を増設
- ・また、CO<sub>2</sub>排出0のグリーン電力を2024年から購入開始  
（営業所使用の通常電力の25年使用率は全体の約2%程度）

【ガス】

CO<sub>2</sub>排出実質0であるCNガスの使用比率を25年77%→30年100%へと段階的に上げる

【石油】

- ・当社が多数製品を納入しているバルクキャリアの建造が増加する事もあり、石油使用量は30年までで対25年比2%程度増加し、また30年にカーボンクレジットを100%購入予定
- ・一方、水素燃料電池システムの商品化により、ディーゼルエンジンの需要から水素燃料電池の需要へ一部シフトし、試運転時の石油使用量が減少
  - R15年度（2033年度）CO<sub>2</sub>排出量▲74.8 t 想定  
（エンジン試運転 CO2排出量2.2 t /台×34台）
- ・本事業で、水素専焼エンジンが商品化されれば、更にCO<sub>2</sub>排出量の削減が可能

【社外への公開状況】

- ・当社のCO<sub>2</sub>排出削減の取り組みは、自社ホームページYANMAR GREEN CHALLENGE 2050にて公開
  - ・また、同ホームページ内で『環境負荷の少ない製品や部品・材料等を優先的に購入』するためのグリーン調達ガイドラインを公開
- <https://www.yanmar.com/jp/about/ygc/>

		2025	2026	2027	2028	2029
総電力使用量（MWh）		39,791	40,698	41,616	42,546	43,488
自社設置	自家発電（%）	20	20	19	19	19
コーポレートPPA （長期電力 購入契約）	オンサイトPPA（%）	2	2	2	2	3
	オフサイト バーチャルPPA（%）	8	16	23	31	37
系統電力	グリーン電力（%）	68	60	54	47	41
	通常電力（%）	2	1	1	1	0
ガス使用量（GJ）		153,877	159,028	166,292	174,026	182,271
CNガス（%）		77	82	86	91	96
石油類使用量（KL）		7,716	7,730	7,776	7,823	7,871
石油類由来CO2排出量（t-CO2）		20,471	20,499	20,613	20,732	20,853

### 3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

## 機動的に経営資源を投入し、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

#### 経営資源の投入方針

- 全社事業ポートフォリオにおける本事業への人材・設備・資金の投入方針
  - プロジェクトチームを立ち上げ、専門性のあるメンバーを配置
  - YHD技術本部中央研究所の運転ベンチと株式会社ジャパンエンジンコーポレーションの二見工場内に設置する試験設備等を活用して、効率的な事業推進を図る。
  - 事業期間中／終了後の商用事業では適切な設備投資を行い、製品供給に繋げる。
  - 国費以外にも研究開発投資・設備投資等に自社で資金投入を実施
- 機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性確保
  - 2020年度より、開発部内のGHG規制対応エンジンチームにて、水素燃料エンジン開発を継続中
  - 本チームは、設計、試験及び船体搭載検討を担当する各部門から選出したメンバーを中心に構成しており、効率的かつ柔軟性を持ったリソースの投入を可能としている。
  - 開発にあたっては部門横断的なメンバーの連携・推進により燃焼技術や安全対策技術確立のための試験運転を実施中

#### 専門部署の設置

- 専門部署の設置
  - 2020年度4月、船用パワースOURCEの分野において新燃料対応を含む次世代技術を創出する専門部署として先行技術部を設置  
将来の環境規制対応のためのコア技術確立と関連部門との連携により、グローバルマーケットに通用する商品を提供することを任務としている。
  - 川崎重工業(株)、(株)ジャパンエンジンコーポレーション、YPTの3社は、シナジー効果を狙い、HyEng株式会社を設立
  - GHG削減商品戦略室の設置  
2022年9月に標準化戦略の立案・推進を任務とする部門を設置  
各機能の中堅・若手社員が現業と兼務する形で編成し育成機会を提供  
水素エンジン普及促進に向けた戦略検討にも着手
- 若手人材の育成
  - 2030年とその先を見据え、積極的に若手を配置し、将来のエネルギー・産業構造転換に向け、必要な技術やスキルの育成に努める。
  - 研究開発系における個人別能力ランク付け等のグループで保有している制度も継続的に活用していく。

## 4. その他



## 4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、対象とする市場が無く技術的開発意義を失った場合等には事業中止も検討

### 研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 開発において、想定していた以上の困難さが発見され、目標として設定した技術の達成が、現実的に困難であるリスク

#### ＜リスク対応＞

真っ先にはコンソーシアム内で解決を図ることになるが、社外関連機関や必要に応じて競合他社との連携も視野に入れ、目標値の再設定も検討し、ゴールを目指す。開発計画の変更も同時に行う。

- 技術確立はできても、その技術に基づいて製作した製品が価格や性能的に競合他社の製品に対して競争力を持たず、市場に受け入れられないリスク

#### ＜リスク対応＞

市場動向の収集はもとより社内コスト管理を徹底し、必要に応じて、市況を踏まえた目標値の見直しを行う。

### 社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 社会トレンドが変化し、水素燃料活用の必要性が低下するリスク

#### ＜リスク対応＞

社会情勢等の情報収集に努め、水素燃料エンジン、液化機の需要が変化した場合は、要素技術を転用可能な他のマーケットへターゲットを変更し、開発計画および、達成目標の調整を行う。

- 水素価格の動向によるリスク

#### ＜リスク対応＞

事業継続性をはじめ、プロジェクト予算並びに実施計画変更等をNEDO殿と協議させて頂きたい。

### その他（自然災害等）のリスクと対応

- 天災地変、風水害その他の誰の責に帰すことができない事由が発生するリスク

#### ＜リスク対応＞

本開発を一旦中断の上、該当事由が収束次第、開発計画、スケジュールの見直し等をNEDO殿と協議させて頂きたい。



#### ● 事業中止の判断基準：

- 再設定した目標値でも受入れられる市場が存在せず、技術的開発意義も無いと判断される場合。
- 転用可能な市場が存在せず、技術的開発意義も無いと判断される場合。
- 事由発生後の状況において、開発計画やスケジュールの変更を行っても開発継続が困難であると判明した場合。